

發明專利說明書

公告本

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：96137136

※申請日期：96年10月03日

※IPC分類：G03F 7/20(2006.01)

H01L 27/027 (2006.01)

一、發明名稱：

(中) 曝光設備

(英) Exposure apparatus

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 佳能股份有限公司

(英) CANON KABUSHIKI KAISHA

代表人：(中) 1. 內田恒二

(英) 1. UCHIDA, TSUNEJI

地 址：(中) 日本國東京都大田區下丸子三丁目三〇番二號

(英) 3-30-2, Shimomaruko, Ohta-ku, Tokyo, Japan

國籍：(中英) 日本 JAPAN

三、發明人：(共 2 人)

1. 姓 名：(中) 梶山和彥

(英) KAJIYAMA, KAZUHIKO

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

2. 姓 名：(中) 辻俊彥

(英) TSUJI, TOSHIHIKO

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家(地區)申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家(地區)；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 日本 ; 2006/10/13 ; 2006-280783 ☒ 有主張優先權

發明專利說明書

公告本

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：96137136

※申請日期：96 年 10 月 03 日

※IPC 分類：G03F 7/20 (2006.01)

H01L 27/027 (2006.01)

一、發明名稱：

(中) 曝光設備

(英) Exposure apparatus

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 佳能股份有限公司

(英) CANON KABUSHIKI KAISHA

代表人：(中) 1. 內田恒二

(英) 1. UCHIDA, TSUNEJI

地 址：(中) 日本國東京都大田區下丸子三丁目三〇番二號

(英) 3-30-2, Shimomaruko, Ohta-ku, Tokyo, Japan

國籍：(中英) 日本 JAPAN

三、發明人：(共 2 人)

1. 姓 名：(中) 梶山和彥

(英) KAJIYAMA, KAZUHIKO

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

2. 姓 名：(中) 辻俊彥

(英) TSUJI, TOSHIHIKO

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家(地區)申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家(地區)；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 日本 ; 2006/10/13 ; 2006-280783 ☒ 有主張優先權

九、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於曝光設備。

【先前技術】

爲了符合近年來對於增進解析度的需要，已有使用波長在 10nm 至 20nm 間之超紫外線（"EUV"）以將遮罩圖案投影到晶圓上的投影曝光設備，且在本文中將其稱爲 "EUV 曝光設備"。

應用於 EUV 曝光設備之習用的照射光學系統，在波狀的積分器上設置一具有半圓形孔徑的孔徑光闌，以最少的鏡片且不需要中繼光學系統而做到良好的照射。例如見先行公開的日本專利第（"JP"）2005-141158 號。波狀的積分器爲具有複數個具有相同母面方向之圓柱形反射面的積分器。

吾人了解，使用投影光學系統的高品質成像，需要從照射面（即被照射的目標面）上的每一個位置所觀看到之照射光學系統之有效光源的變形都受到限制。

在習知技術的過去時日中，在 JP 2005-141158 中所揭示的照射光學系統充分地限制有效光源的變形，但本案發明人研究並發現到在 JP 2005-141158 中的照射光學系統仍含有不能忽略之剩下的變形。

在 JP 2005-141158 中之照射光學系統之變形的有效光源係起因於準直光在其形成二次光源前被孔徑光闌部分地

遮蔽。以下將參照圖 1 及 2 來詳細描述此現象。

圖 1 為在 JP 2005-141158 中之孔徑光闌 15 及積分器 11 之配置的示意立體視圖。在積分器 11 上被準直光 CL 所照射的區域 12 在孔徑光闌 15 的出射側變窄。圖 2 為圖 1 中所示之積分器 11 的頂視圖。為了在弧形照射面 20 中的端點 21 處獲得到具有規則圓形的有效光源，準直光 CL 需要照射在由虛線所示的區域 13 上。

在孔徑光闌 15 的入射側，亦即圖 1 之頂視圖中的下半部區域，區域 13 與區域 12 重疊，並確保有效光源之正常圓形所需要的區域。孔徑光闌 15 遮蔽掉區域 13 之外部不需要的的光。圖 2 中之孔徑光闌 15 的下半部區域對應於圖 2 中之有效光源的下半部區域，且有效光源 22 的下半部區域具有沒有變形的半圓形。

另一方面，孔徑光闌 15 的出射側，亦即圖 2 之頂視圖的上半部區域包含區域 13 與 12 之間的非重疊區域，並導致有效光源之正常圓的移位。區域 13 中未受光的區域導致有效光源 22 具有非圓的形狀。由於沒有後續的光闌，因此，區域 13 外部非必要的光未被遮蔽，且有效光源 22 具有從正常圓凸伸出的形狀。

因此，在 JP 2005-141158 中所揭示之照射光學系統之組態的有效光源中仍有些許變形，且不符合更高之成像特性要求。

【發明內容】

之波長以外的光。針孔形的孔徑 116 配置在聚光鏡 113 之聚光點的附近。差動泵機構 120 從發射部件 EP 至真空室 106 逐步地降低內部壓力。

照射光學系統 130 傳播 EUV 光並照射遮罩 170。照射光學系統 130 包括準直光學系統（第一光學單元）131、反射積分器 140、孔徑光闌 150、及弧形成形光學系統（第二光學單元）153、平面鏡 157、及狹縫 158。

準直光學系統 131 包括凹面鏡 133 及凸面鏡 136，並將通過孔徑 116 的 EUV 光聚集並轉換成準直光 CL。此實施例之準直光 CL 允許稍包圍微偏離完美的平行光之光。通過凸面鏡 136 之外圍而使得包圍該凸面鏡的 EUV 光在凹面鏡 133 上被反射，接著在凸面鏡 136 上被反射，並做為準直光 CL 而入射在反射積分器 140 上。雖然此實施例的準直光學系統 131 為 Schwarzschild 光學系統，但本發明也允許凸面鏡 136 具有可供來自孔徑 116 之 EUV 光通過的孔徑。

由於此實施例假設電漿發射部件 EP 為點光源，所以由準直光學系統 131 所準直之射線為電漿放射點 EP 上的一點以不同的角度所放射出的射線。換言之，被準直光學系統 131 照射之積分器的照射表面與電漿發射部件 EP 並不共軛。不過，大的電漿發射部件 EP 允許積分器的照射表面能夠被組構成與電漿發射部件 EP 共軛。在此情況中，準直光學系統 131 使自電漿發射部件 EP 之不同高度而在同一方向上所發射出的射線準直。

反射積分器 140 為一均質器，其形成複數個二次光源，被使用而以來自準直光學系統 131 的光均勻地照射遮罩 170。反射積分器 140 具有複數個具有相同母面 145 方向 G 的圓柱形反射面 144。更明確地說，此實施例的反射積分器 140 包括每一個都具有複數個圓柱形反射面 144 的第一與第二波狀的積分器部件 142A 及 142B，以及第一與第二平面鏡 148A 及 148B。

反射積分器 140 包括複數組積分器部件 142 與平面鏡 148，且顯現一個功能。在下文中，將第一積分器部件 142A 與第一平面鏡 148A 對稱之為第一特殊積分器 141A。同樣地，將第二積分器部件 142B 與第二平面鏡 148B 對稱之為第二特殊積分器 141B。如圖 3 所示，第一與第二特殊積分器 141A 與 141B 係平行地配置，以使它們的反射面互相面對。第一特殊積分器 141A 係配置在沿著光徑比第二特殊積分器 141B 更靠近光源部 110 的位置。

第一平面鏡 148A 係毗鄰於第一積分器部件 142A 地配置，且與由第一積分器部件 142A 之複數個母面 145 所形成的平面平行或同平面。第二平面鏡 148B 係毗鄰於第二積分器部件 142B 地配置，且與由第二積分器部件 142B 之複數個母面 145 所形成的平面平行或同平面。第一積分器部件 142A 與第二積分器部件 142B 係配置在孔徑光闌 150 的入射側，而同時它們的反射面保持互相面對或平行。當從垂直於第一及第二積分器部件 142A 及 142B 的方向看時，它們完全互相重疊且沒有移位。相面對的第一與第

二積分器部件 142A 與 142B 具有平行的圓柱形反射面 144。

孔徑光闌 150 具有孔徑 151，而來自第一與第二積分器部件 142A 與 142B 的光能夠通過該孔徑 151。孔徑光闌 150 被配置成使得孔徑 151 可在第二積分器部件 142B 與第二平面鏡 148B 的邊界處垂直於母面方向 G 或反射面 144。孔徑光闌 150 與投影光學系統 180 中的瞳孔光學地共軛，且與遮罩平面具有傅利葉轉換關係。

第一平面鏡 148A 係配置在孔徑光闌 150 的入射側，且第二平面鏡 148B 係配置在孔徑光闌 150 的出射側。在第一積分器部件 142A 上所反射的光通過孔徑光闌 150 中的孔徑 151，並進入第二平面鏡 148B，以及在第一平面鏡 148A 上所反射的光係入射在第二積分器部件 142B 上。

弧形成形光學系統 153 將來自反射積分器 140 的光聚集成弧形，並將來自每一個二次光源的光疊置在照射表面（遮罩平面）上。弧形成形光學系統 153 形成適合遮罩平面的弧形照射區。弧形成形光學系統 153 包括凸面鏡 154、凹面鏡 155、及平面鏡 157。平面鏡 157 並不具有弧形成形功能，而是僅使弧形成形光學系統 153 之影像側的光以預定的角度偏轉朝向遮罩 170。

狹縫 158 具有弧形的孔徑，且可改變其部分的寬度。被反射積分器 140 之每一個圓柱形面所分開的發散光被聚集成弧形，並在狹縫 158 的孔徑內形成具有均勻照度的弧形照射區域。

現將參照圖 4A 至 7 來描述藉由反射積分器 140 之弧形區域之均勻照射的原理。在此，圖 4A 為當準直光 CL 入射在具有複數個凸面之圓柱形反射面 144 之積分器部件 142 上的示意立體視圖。圖 4B 為具有複數個凹面之圓柱形反射面之積分器部件 143 的示意立體視圖，其具有與圖 4A 類似之效果。圖 3 中所示的第一與第二積分器部件 142A 與 142B 為圖 4A 中所示的積分器部件 142，但也可用圖 4B 中所示的積分器部件 143 來取代。圖 5 為凸面圓柱形反射面 144 的示意剖視圖。圖 6 的示意立體視圖解釋 EUV 光在凸面圓柱形反射面 144 上的反射。圖 7 顯示 EUV 光在凸面圓柱形反射面 144 上反射的角分布。

如圖 4A 所示，當準直光 CL 係入射到具有複數個圓柱形反射面 144 的積分器部件 142 上時，在積分器部件 142 的表面附近形成線性的二次光源，且該二次光源以錐面的角分布輻射 EUV 光。接著，該 EUV 在其焦點為此二次光源的鏡片上被反射，並照射遮罩 170 或與遮罩 170 共軛的平面，以實現弧形照射。

現將參照圖 6 來描述當準直光 CL 入射在一圓柱形反射面 144 上時之反射光的行為，以便解釋具有複數個圓柱形反射面 144 之積分器部件 142 的操作。現在，準直光 CL 以與垂直於中央軸之平面夾角 θ 度的角度入射在一圓柱形反射面 144 上。準直光 CL 的射線向量係定義為 $P1 = (0, -\cos\theta, \sin\theta)$ ，而該圓柱形反射面的法線向量係定義為 $n = (-\sin\alpha, \cos\alpha, 0)$ 。於是，反射光的射線向量變為 $P2 =$

($-\cos\theta \times \sin 2a$, $\sin\theta \times \cos 2a$, $\sin\theta$) 。

如圖 6 所示，繪製出在相位空間中之反射光的射線向量，在 xy 平面上形成一半徑為 $\cos\theta$ 的圓形。因此，該反射光成為具有錐面的發散光，且該二次光源存在於該錐面的頂點附近。對於凹面的圓柱形反射面 144A 而言，該二次光源存在如外部的實像，而對凸面的圓柱形反射面 144 而言，為內部的虛像。此外，當反射面限於該圓柱形面的一部分且其中心角為 $2f$ 時，如圖 5 所示，存在於弧形 A 中之反射光之射線向量 P2 在 xy 平面上具有 $4f$ 的中央角，如圖 7 所示。

現假設具有一焦距為 f 之旋轉的拋面鏡，且焦點位在當準直光 CL 入射在圓柱形反射面上時形成二次光源的位置，且照射面與拋面鏡間的距離為 f 。從二次光源發射出的光變為具有錐形面的發散光，且光在焦距為 f 的拋面鏡上反射後被準直。被反射的光變為具有弧形剖面、 $f \times \cos\theta$ 之半徑及中央角為 $4f$ 的片狀光束。因此，如圖 7 所示，僅具有 $f \times \cos\theta$ 之半徑及中央角 $4f$ 的弧形區域 A 照射在照射表面上。

現將參照圖 8 來描述當準直光以圖 3 所示之方向入射到反射積分器 140 上時的行為。在此，圖 8 為準直光 CL 入射到反射積分器 140 上的示意剖視圖。在圖 8 中，20 表示影像平面（照射面），其相當於遮罩 170 的平面（遮罩平面）。

弧形成形光學系統 153 係以軸 AX2 做為中央對稱軸

的同軸系統，且積分器部件 142B 上之光照射區的中央位置 14 與影像平面 20 保持近似的傅利葉轉換關係。換言之，位置 14 做為影像平面 20 的近似瞳面。準直光 CL 被入射到反射積分器 140 上，且在影像平面 20 附近聚集成弧形。

弧形成形光學系統 153 被組構成在影像側為非遠心，且在影像平面 20 上的入射角 $U1$ 被設定成等於投影光學系統 180 之物鏡側主射線的傾斜角。旋轉對稱軸 AX2 與物鏡側主射線之間的間隔傾斜，以使靠近影像平面 20 之位置處的間隔變窄。例如，此實施例將入射角 $U1$ 設定為大約 6° ，並適當地修正影像側處的模糊，以便將光點直徑設定為 5mm 或更小，以 1mm 或更小為較佳。

EUV 光主射線在鏡片 154 及 155 上的入射角被設定成低入射角，更明確地說為 20° 或更小。此組態比使用旋轉拋面鏡等之高入射角的配置對於聚集在影像平面 20 上的光提供了較小的模糊量，且致使了在弧形照射區上較高的聚光效率。此外，由於在狹縫 158 處的遮擋，此組態減少了光的損失，並增進照射效率。

當平面鏡 157 將影像側的光朝向遮罩 170 偏轉及反射時，弧形照射區的弧形方向被反轉。在此情況中，將該弧形的中央設定在投影光學系統 180 之中央軸（光軸）AX3 與遮罩平面間的交叉。由於入射角 $U1$ ，致使弧形成形光學系統 153 之影像側的主射束 IL 與投影光學系統 180 之影像側光的主射束 OL 關於做為反射平面的遮罩 170 一致

在平行設置有多個圓柱形反射面 144 之鏡上所反射之光的角度分布與具有單一圓柱形反射面的角分布相類似。入射在影像平面 20 之一點上的光源自於平行配置有多個圓柱形反射面 144 之鏡的整個照射區域。準直光 CL 的角展度（或聚焦 NA）變為 $U2 = \gamma = D / f$ ，其中，D 為光通量的直徑，及 f 為弧形成形光學系統的焦距。在弧形照射區中，來自多個圓柱形反射面 144 的各個光通量沿著弧形的方向被疊置，以獲致照射的一致性，藉以提供有效且均勻的弧形照射。

現將參照圖 8 及 9 來詳細描述特殊積分器 141A 與 141B 及孔徑光闌 150。圖 9 為孔徑光闌 150 與特殊積分器 141A 及 141B 間之配置的示意立體視圖。在圖 9 中，CL1 表示準直光 CL 之中央主射束入射到反射積分器 140 上的方向，且在大約 yz 剖面上通過特殊積分器 141A 之積分器部件 142A 與平面鏡 148A 間之邊界的附近。如前所述，位置 14 為弧形成形光學系統 153 之瞳平面的近似中央。當所描述之 xyz 座標的原點在位置 14 時，z 軸與弧形成形光學系統 153 的軸 AX2 接近一致。

孔徑光闌 150 之孔徑 151 係設置在特殊積分器 141B 與平面鏡 148B 間之邊界附近並與其垂直。孔徑光闌 150 提供圓形效果的光源形狀，但孔徑 151 具半圓形的特徵。當切換孔徑光闌 150 時可改變相干因數 s，且可改變照射，諸如環形照射。現將描述改變照射的方法。設置具有對

應於被有效光源分布之橫向對稱軸分割成一半形狀之孔徑的孔徑光闌以改變照射。

如前文之討論，孔徑光闌 150 與投影光學系統 180 之瞳平面具有共軛關係，且孔徑 151 的形狀或光傳輸樣式對應於投影光學系統 180 中之瞳平面上的有效光源分布。圖 11A 至 11D 的平面視圖顯示適用於孔徑 151 的形狀。圖 11A 顯示具有大的 s 之一般照射模式，圖 11B 顯示具有小的 s 之一般照射模式，圖 11C 顯示環形照射模式，及圖 11D 顯示四極照射模式。當相關於底線而對折時，任何孔徑光闌都可提供用於屈光系統的孔徑光闌形狀。當以驅動系統（未顯示出）在複數個類型的孔徑光闌之間切換時，即可形成所要的孔徑光闌形狀。

此實施例配置的孔徑光闌 150 垂直於反射積分器 140 的反射面，但孔徑光闌 150 可相對於該反射面的垂直方向稍微傾斜大約 1° 至 2° 。"垂直於圓柱形反射面的母面方向"也視為相對於垂直稍傾斜的即時應用。此外，為了調整有效光源分布、遠心性等，可在孔徑光闌 150 附近設置一被組構用來調整孔徑光闌 150 相對於圓柱形反射面之角度的驅動機構（未顯示出）。

現將參照圖 8 來描述藉由孔徑光闌 150 的光遮蔽。準直光 CL 係以較高的入射角（諸如 70° ）入射在特殊積分器 141A 的反射面上。準直光 CL 的上部 CLa 照射積分器部件 142A，並由於二次光源而產生發散的光。設置在其正後方之孔徑光闌 150 中的半圓形孔徑 151 遮蔽了部分的

發散光。另一方面，準直光 CL 的下部 CLb 被平面鏡 148A 所偏轉，並照射積分器部件 142B。在二次光源產生了發散光之後，設置在其正後方之孔徑光闌 150 中的半圓形孔徑 151 遮蔽了部分的發散光。因此，具有半圓形孔徑 151 的孔徑光闌 150，對於其後的弧形成形光學系統 153 而言，其行為如同具有一圓形孔徑。

如圖 9 所示，孔徑光闌 150 係配置在積分器部件 142B 與平面鏡 148B 之間的邊界附近。與 JP 2005-141158 不同處在於整個準直光 CL 都入射在積分器部件 142A 及 142B 上，並接著通過孔徑光闌 150。因此，在弧形照射區域中任何位置處的有效光源分布（其為在投影光學系統中之瞳平面上的光源影像）都變成為圓形。圖 10A 與 10B 顯示此狀態。在這些圖中，21 及 23 分別表示該弧的端點及中央部位，22 表示在端點處的有效光源分布，及 24 表示在中央部位的有效光源分布。

圖 10A 顯示沒有孔徑光闌 150 的有效光源 22 及 24，且有效光源 22 的形狀與圖 2 中所示的有效光源 22 類似。位在弧形區中央部位 23 的有效光源 24 為正常的圓形。由於缺少孔徑光闌 150，致使分布隨著位置離開中央部位 23 而變形，且在端點 21 處形成橢圓形的有效光源 22。在照射區中任一點處的有效光源分布顯示一以具有該點 NA 之錐形入射之光的角分布。當諸如有效光源 22 不對稱時，曝光 NA 變得不對稱，且使解析特性劣化。

另一方面，圖 10B 顯示當配置孔徑光闌 150 時之有效

光源 26 及 28 的形狀。在端點 21 及中央部位 23 的有效光源 26 及 28 都具有正常的圓形，獲得一致的曝光 NA。

每一個有效光源 22 至 28 中所示的斜面 (bevel) 顯示由積分器部件 142A 與 142B 所產生的二次光源線形地分布。各線間的間隔，視每一個積分器部件 142A 及 142B 之圓柱形反射面 144 的寬度而定。隨著圓柱形反射面 144 之寬度變窄及圓柱形反射面的數量增加，該線間隔也變得較窄，且有效光源分布變得較細緻。

特殊積分器 141A 及 141B 的型式為積分器部件與平面鏡整合，但積分器部件與平面鏡可以分開並各自獨立，且其可具有各自獨立的調整機構。

積分器部件 142A 及 142B 係配置在孔徑光闌 150 的入射側，以使其接收來自準直光學系統 131 部分的光，且各自的圓柱形反射面 144 面對垂直於母面方向 G 及圓柱形反射面 144 之配置方向 H 的方向 P。此實施例允許所有光通量能夠在照射積分器部件 142A 及 142B 後通過孔徑光闌 15，並抑制在習知技術中會發生的有效光源分布變形。可想得到的最簡單結構為在一個積分器之後配置一具有圓形孔徑的孔徑光闌，如圖 12 所示。

現將參照圖 13 至 14C 來描述圖 12 中所示之結構的問題。在此，圖 13 為當從垂直於積分器 11 之反射面的方向觀看該反射面時，積分器 11 之反射面的示意平面視圖，為了簡化之目的，省略了積分器 11 與具有弧形區域之成像平面 20 間的成像光學系統。準直光 CL 從圖中所示的方

向入射，並照射積分器 11。12a、12b、及 12c 係爲了在各部位 21a、23、及 21b 具有正常圓形之有效光源而準直光所需照射的區域。區域 12a 至 12c 圍繞著光闌 150 徑向地延伸。

圖 14A 至 14C 爲區域 12a 至 12c 間重疊的示意平面視圖。在這些圖形中，箭頭表示準直光 CL 照射積分器 11 後所發生之 3 個發散的光通量。代表性組係以發散的光通量 a、b、及 c 來予以表示。實線箭頭表示用於照射遮罩 170 的光通量，而虛線箭頭表示被光闌 15 所遮擋的光通量，且對遮罩 170 的照射沒有貢獻。

圖 14A 顯示 12a 至 12c 之 3 個區域中位於光闌 150 附近的重疊區域。此區域對於在 21a、21b、及 21c 等各個部位之有效光源的形狀有貢獻，且在準直光 CL 照射這些區域後所產生之發散的光通量 a、b、及 c 被有效地使用。另一方面，如圖 14B 所示，在距離光闌 15 稍遠處之 2 個區域間的重疊區域中，發散的光通量 b 及 c 對該遮罩照射有貢獻，但發散的光通量 a 被光闌所遮擋，且對該照射無貢獻。如圖 14C 所示，在距離光闌 15 更遠的區域中，僅發散的光 c 對遮罩 170 的照射有貢獻，且絕大多部分的發散光被光闌 15 所遮蔽，且無法有效地照射遮罩 170。

另一方面，如圖 15 所示，此實施例縮短每一個積分器部件的長度，藉以使光闌與積分器之間的距離提供弧形區域的有效照射。在此，圖 15 爲用來解釋此實施例之配置之效果的示意平面視圖。由於積分器部件 142A 及 142B

在垂直於圓柱形反射面的方向互相面對且重疊，因此圖 15 的積分器部件 142A 及 142B 相互偏移。

再回到圖 3，遮罩 170 為一反射式遮罩，其上形成有即將被轉移的電路圖案（或影像）。該圖案係藉由由 EUV 吸收劑所製成的非反射部件而被形成在多層鏡片上。遮罩 170 係經由卡盤 172 而附接於遮罩臺 174 上，且藉由遮罩臺 174 而被驅動於箭頭方向上。

遮罩 170 被狹縫 158 之孔徑所形成的弧形照射區弧形地照射。弧形照射區的曲率中心與投影光學系統 180 的中心軸 AX3 一致，狹縫 158 包括弧形孔徑 158a，及可調整該孔徑 158a 之部分寬度的可移動部件 158b。圖 16 為狹縫 158 的示意平面視圖。在圖 16 中，A1A 表示由反射積分器 140 及弧形成形光學系統 153 所形成的弧形照射區。照射區 A1A 與孔徑 158a 決定了在遮罩 170 上的照射區域。

在掃描曝光中，當孔徑 158a 導致不均勻的亮度時，即發生曝光不均勻。為了解決此問題，使孔徑 158a 中對應於強亮度部分的狹縫寬度經由可移動部件 158b 而變得較窄，以降低照射的劑量。此組態使得在整個曝光區域中用於曝光的累積曝光劑量一致，在掃描曝光期間，狹縫 158 對投影光學系統保持固定。

從遮罩 170 所產生的繞射光被投影光學系統 180 所反射，並投影在板 190 上。遮罩 170 與板 190 被互相光學共軛地配置。由於此實施例的曝光設備 100 為一掃描器，因此，遮罩 170 與板 190 係以對應於將遮罩圖案轉移到板

190 上之縮小比率的速率比率而被掃描。

投影光學系統 180 包括複數片（典型上為 4 至 6 片）多層鏡片，且經過設計以使關於中央軸 AX3 離軸之薄弧形區域可具有良好的成像特性。投影光學系統 180 將縮小尺寸的遮罩圖案投影在板 190 上。投影光學系統 180 被組成非遠心，以便避免與入射在遮罩 170 上之照射光間的物理干涉。例如，此實施例將物鏡側的主射束關於遮罩 170 的垂直方向傾斜大約 6° 。投影光學系統 180 經過設計，以使關於中央軸 AX2 離軸之薄弧形區域可具有良好的成像特性。

板 190 為基板，諸如表面上塗施有光阻的晶圓及液晶基板。板臺 194 係經由卡盤 192 來支撐板 190，並使用線性馬達而在 XYZ 方向上移動板 190。遮罩 170 與板 190 被同步地掃描，且板臺 194 與遮罩臺 174 的位置被測量儀器監視，諸如雷射干涉儀。

第二實施例

現在將參照圖 17 來描述依據本發明第二實施例的曝光設備 100A。在此，圖 17 為曝光設備 100A 的示意結構視圖。除了照射光學系統 130A 中的準直光學系統 131A、反射積分器 140A、及孔徑光闌 150A 之外，曝光設備 100A 與曝光設備 100 具有類似的結構。

準直光學系統 131A 係在準直光學系統 131 中增加平面鏡 137 以偏轉準直光 CL。

反射積分器 140A 包括 2 個波狀的積分器部件 143，每一個在孔徑光闌 150A 的入射側具有複數個圓柱形反射面 144A。該兩個積分器部件 143 配置在垂直於該圓柱形反射面 144A 之母面方向 G 及設置方向 H 的方向上。此外，該兩個積分器部件 143 被配置成使得其圓柱形反射面 144 在同一方向平行配置。當積分器部件 143 配置在孔徑光闌 150A 之前方時，來自準直光學系統 131A 的準直光 CL 經由積分器部件 143 形成二次光源，且其輻射的光限制孔徑光闌 150A，與第一實施例類似。此組態結果是消除了有效光源的變形，並提供適當的照射。此外，與第一實施例類似之處是使用複數個積分器部件 143 來縮短孔徑光闌與積分器部件之間的距離，以有效地提供弧形照射區。此實施例保持類似於圖 15 之被平行光照射的區域，以便當從垂直於積分器部件 143 之反射面的方向觀看時，有效光源不會變形。

圖 17、18、及 19A 顯示具有兩個積分器部件 143 的反射積分器 140A。在此，圖 18 為反射積分器 140A 的示意剖視圖，準直光 CL 入射於其上。圖 19A 為孔徑光闌 150A 與兩個積分器部件 143 之配置的示意立體視圖，但可用 3 或更多個積分器部件 143 來取代。圖 19B 為具有 3 個積分器部件 143 之反射積分器 140B 的示意立體視圖。

在圖 18 中，20 表示影像平面（照射面），其相當於遮罩 170 的平面（遮罩面）。弧形成形光學系統 153 為一同軸系統，具有軸 AX2 做為中央對稱軸，且孔徑光闌

150A 之中央位置 14 與影像平面 20 保持構成近似的傅利葉轉換關係。換言之，位置 14 為影像平面 20 近似的瞳平面。準直光 CL 入射在反射積分器 140A 上，且在影像平面 20 的附近聚集成弧形。弧形成形光學系統 153 與圖 8 中所示的類似。

在圖 19A 及 19B 中，CL1 係表示準直光 CL 之中央主射束入射在積分器部件 143 上的方向上，並通過 yz 剖面。位置 14 係弧形成形光學系統 153 之瞳平面之近似中央的位置。xyz 座標的原點設定在位置 14 處，且 z 軸與弧形成形光學系統 153 的軸 AX2 一致。

孔徑光闌 150A 包括孔徑 151A，其允許來自積分器 143 的光能夠從孔徑 151A 通過。兩或多個積分器部件 143 係配置在平行於 y 軸的方向上，孔徑光闌 150A 中的孔徑 151A 係配置成垂直於該等積分器部件 143 的圓柱形反射面 144a。況且，如圖 19A 及 19B 所示，無論積分器部件 143 的數量為何，最遠離 z 軸之積分器部件 143 的圓柱形反射面 144A 近乎接觸孔徑 151A 的圓周。孔徑 151A 為標準照射模式的孔徑。因此，不像第一實施例，修改的照射使用如圖 21 中所示之旋轉對稱的孔徑光闌。圖 21A 顯示具有大的 s 之一般照射模式，圖 21B 顯示具有小的 s 之一般照射模式，圖 21C 顯示環形照射模式，及圖 21D 顯示四極照射模式。

現將參照圖 20A 及 20B 來描述如圖 19A 之 2 個積分器部件 143 與孔徑光闌 150A 的光學操作。在此，圖 20A

為解決圖 19A 中所示 3 個積分器部件 143 與孔徑光闌 150A 之問題的示意剖面視圖。圖 20B 為顯示解決圖 20A 之問題之結構的示意剖面視圖。

當準直光 CL 係以諸如 70° 之較高的入射角度入射到積分器部件 143 的反射面時，該入射的光被積分器 143 的厚度所遮蔽，如圖 20A 所示。因此，較佳是所形成之每一積分器部件 143 的厚度儘量薄，但其厚度需具有足夠的強度。因此，如圖 20B 所示，積分器部件 143 係以具有中央部位厚的近似三角柱形為較佳，且每一個積分器部件 143 包括調整機構（未顯示出）為較佳。

現將參照圖 20C 來描述圖 19B 中所示之 3 個積分器部件 143 與孔徑光闌 150A 的光學操作。在此，圖 20C 為解決圖 19B 中所示 3 個積分器部件 143 與孔徑光闌 150A 之問題的示意剖面視圖。當使用複數個積分器部件 143 時，毗鄰之積分器部件 143 的反射面係以近乎規則的間距 D_i 來予以配置。為了藉由移除積分器部件間的陰影以達高效率，積分器部件 143 在軸 AX2 方向上的長度 L_i ，以符合以下的方程式為較佳，其中， D_s 為孔徑光闌 150A 的直徑， n 為積分器部件的數量，以及 θ_i 為準直光 CL 與平行於積分器部件 143 之反射面之軸 AX2 間的角度。須知，過大或過小的反射面間距 D_i 都無法有效地將準直光輻射到積分器上：

方程式 1

$$D_s / n \times 0.9 < D_i < D_s / n \times 1.1$$

$$L_i = D_i / \tan \theta_i$$

從方程式 1 可瞭解，隨著積分器部件數量增加，積分器部件 143 的長度 L_i 變短，且由於與孔徑光闌 150A 間的距離因此而變短，照射效率增進。另一方面，該照射隨著積分器部件 143 之數量的增加而降低，這是因為由於每一個積分器部件 143 的厚度而使光被遮擋。積分器部件 143 之平衡的數量為大約 3 或 4 個。

現將描述曝光設備 100 或 100A 的操作。在曝光中，光源部 110 輻射的 EUV 光由於準直光學系統 131 或 131A 變成為準直光 CL，並入射在反射積分器 140 或 140A 上。通過反射積分器 140 或 140A 及孔徑光闌 150 或 150A 的 EUV 光形成無變形的有效光源。並經由弧形成形光學系統 153 均勻地弧形照射遮罩 170。由於投影光學系統 180，使得反射遮罩圖案的 EUV 光在板 190 上成像。此實施例的曝光設備 100 或 100A 比 JP 2005-141158 更有效地消除了來自有效光源的變形，並提供高品質的解析度特性。

現參照圖 22 及 23 來描述使用曝光設備 100 或 100A 之裝置製造方法的實施例。圖 22 為解釋如何製造裝置的流程圖，諸如半導體裝置及液晶顯示裝置。在此，以半導體裝置為例加以描述。步驟 1（電路設計）設計半導體裝置電路。步驟 2（遮罩製造）形成具有所設計之電路圖案的遮罩。步驟 3（晶圓製備）使用諸如矽等材料製造晶圓

。步驟 4（晶圓處理），此步驟也稱為前處理，使用遮罩及晶圓經由光刻而在晶圓上形成實際電路。步驟 5（組裝），此步驟也稱為後處理，在步驟 4 中所形成的晶圓形成半導體晶片，並包括組裝步驟（例如切割、打線）、封裝步驟（晶片密封）等。步驟 6（檢查）對步驟 5 所製造出的半導體裝置上實施各種測試，諸如有效性測試及耐久性測試。經過這些步驟，半導體裝置完成及裝運出貨（步驟 7）。

圖 23 為圖 22 中步驟 4 之晶圓處理的詳細流程圖。步驟 11（氧化）使晶圓的表面氧化。步驟 12（CVD）在該晶圓的表面上形成絕緣層。步驟 13（電極形成）以氣相沈積等方法在該晶圓上形成電極。步驟 14（離子植佈）將離子植入該晶圓。步驟 15（抗蝕劑處理）在該晶圓上塗施感光材料。步驟 16（曝光）使用曝光設備 100 或 100A 而將該遮罩圖案曝光到該晶圓上。步驟 17（顯影）顯影已曝光的晶圓。步驟 18（蝕刻）蝕刻已顯影之抗蝕劑影像以外的部分。步驟 19（抗蝕劑剝除）蝕刻後去除未使用的抗蝕劑。重複這些步驟以在該晶圓上形成多層的電路圖案。本實施例的裝置製造方法可製造出品質較以往為高的裝置，因此，以上的裝置方法可提供品質比以往為高的裝置。因此，使用曝光設備 100 或 100A 的裝置製造方法以及所得到的裝置構成本發明的一態樣。

很顯然地，本發明可做到各種不同的實施例，不會偏離本發明的精神與範圍，須瞭解，附了申請專利範圍中所

定義的之外，本發明並不限於其特定的實施例。例如，雖然本實施例中使用 EUV 光，但本發明也可應用於在真空中之 UV 或 x-射線範圍的光源。

【圖式簡單說明】

併入且構成本說明書之一部分的附圖例舉本發明之實施例，且連同該描述用以解釋本發明的原理。

圖 1 係習用孔徑光闌及積分器之配置的示意立體視圖。

圖 2 係解釋習用例舉的示意平面視圖。

圖 3 係依據第一實施例之曝光設備之結構的示意剖面視圖。

圖 4A 顯示經準直之光入射在具有複數個凸面之圓柱形反射面之積分器部件上的示意立體視圖。圖 4B 顯示具有複數個凹面之圓柱形反射面之積分器部件的示意立體視圖，其具有與圖 4A 類似的效果。

圖 5 係圖 4A 中所示凸面圓柱形反射面的示意剖面視圖。

圖 6 的示意立體視圖解釋 EUV 光在圖 4A 所示之凸面圓柱形反射面上的反射。

圖 7 顯示 EUV 光在圖 4A 所示之凸面圓柱形反射面上反射的角分布。

圖 8 的示意剖面視圖顯示用以解釋圖 3 中所示之反射積分器的行為。

圖 9 的示意立體視圖顯示圖 3 中所示孔徑光闌與反射積分器間之配置。

圖 10A 係從習用積分器與孔徑光闌間之關係所獲得到有效光源分布的示意平面視圖。圖 10B 係從本實施例之積分器與孔徑光闌間之關係所獲得到有效光源分布的示意平面視圖。

圖 11A-11D 顯示適用於圖 1 所示孔徑光闌之各式孔徑光闌的平面視圖。

圖 12 係一積分器部件與圓形孔徑光闌的示意立體視圖。

圖 13 係解釋圖 12 中所示結構之問題的示意立體視圖。

圖 14A 至 14C 係解釋圖 12 中所示結構之問題的示意平面視圖。

圖 15 係解釋圖 3 中所示之配置之效果的示意平面視圖。

圖 16 係圖 3 中所示之狹縫的示意平面視圖。

圖 17 係顯示依據本發明第二實施例之曝光設備之結構的示意剖面視圖。

圖 18 係解釋圖 17 中所示之反射積分器之行爲的示意剖面視圖。

圖 19A 係圖 3 中所示之孔徑光闌與反射積分器間之配置的示意立體視圖。圖 19B 顯示圖 19A 中所示結構的變型。

圖 20A 至 20C 係用以解釋圖 19A 及 19B 中所示結構之光學操作的示意剖面視圖。

圖 21A-21D 顯示適用於圖 17 所示孔徑光闌之各式孔徑光闌的平面視圖。

圖 22 係解釋裝置之製造的流程圖（諸如半導體裝置及液晶顯示裝置）。

圖 23 係圖 22 中所示晶圓處理之步驟 4 的詳細流程圖。

【主要元件符號說明】

15：孔徑光闌

11：積分器

12：照射區域

CL：準直光

20：弧形照射面

13：區域

100：曝光設備

102：真空室

104：連接器

106：真空室

110：光源部

130：照射光學系統

174：遮罩臺

180：投影光學系統

- 194 : 板 臺
- 190 : 板
- 170 : 遮 罩
- 111 : 放 電 頭
- 113 : 聚 光 鏡
- 114 : 過 濾 器
- 115 : 波 長 濾 鏡
- 116 : 孔 徑
- 120 : 差 動 泵 機 構
- EP : 電 漿 發 射 部 件
- 131 : 準 直 光 學 系 統
- 140 : 反 射 積 分 器
- 150 : 孔 徑 光 闌
- 151 : 孔 徑
- 153 : 弧 形 成 形 光 學 系 統
- 157 : 平 面 鏡
- 158 : 狹 縫
- 133 : 凹 面 鏡
- 136 : 凸 面 鏡
- 144 : 圓 柱 形 反 射 面
- 145 : 母 面
- 142A : 第 一 波 狀 積 分 器 部 件
- 142B : 第 二 波 狀 積 分 器 部 件
- 148A : 第 一 平 面 鏡

148B：第二平面鏡

141A：第一特殊積分器

141B：第二特殊積分器

154：凸面鏡

155：凹面鏡

143：積分器部件

172：卡盤

158a：孔徑

158b：可移動部件

192：卡盤

100A：曝光設備

131A：準直光學系統

140A：反射積分器

150A：孔徑光闌

151A：孔徑

140B：反射積分器

137：平面鏡

144A：圓柱形反射面

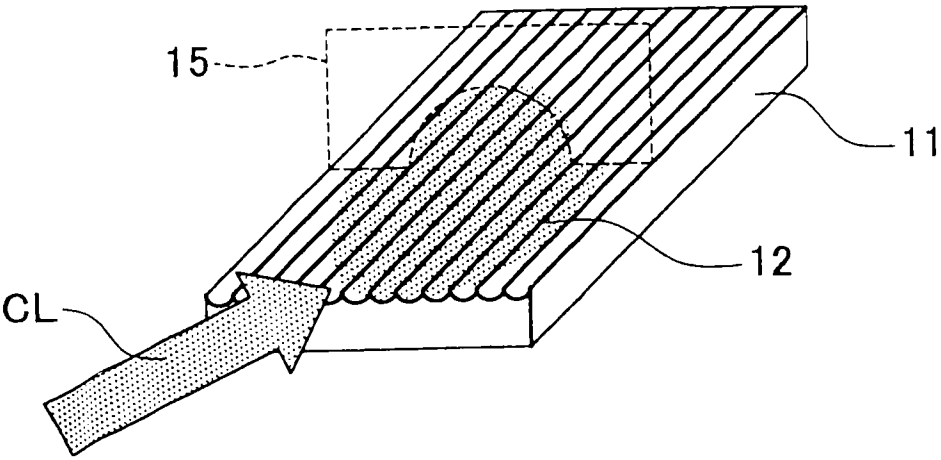


圖 1

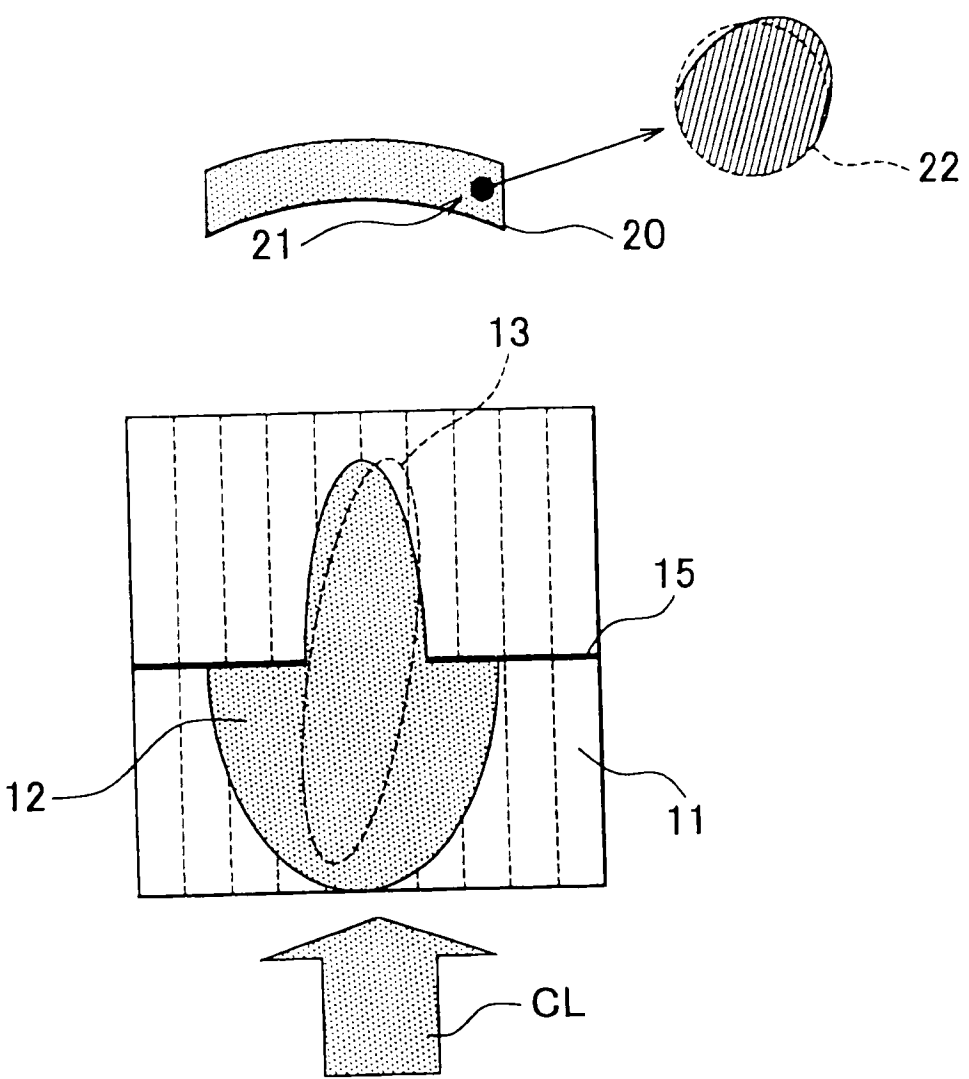


圖2

100

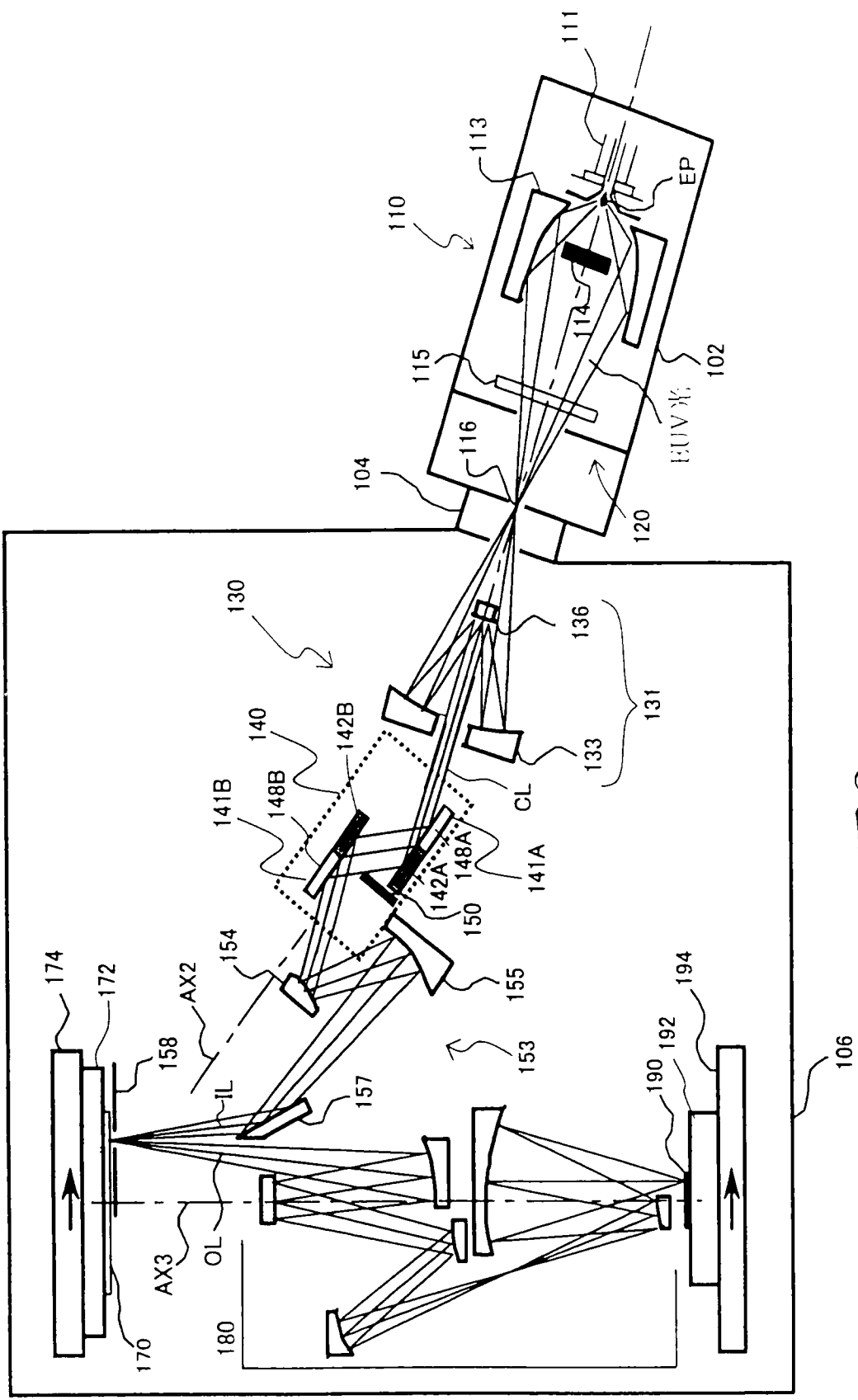


圖3

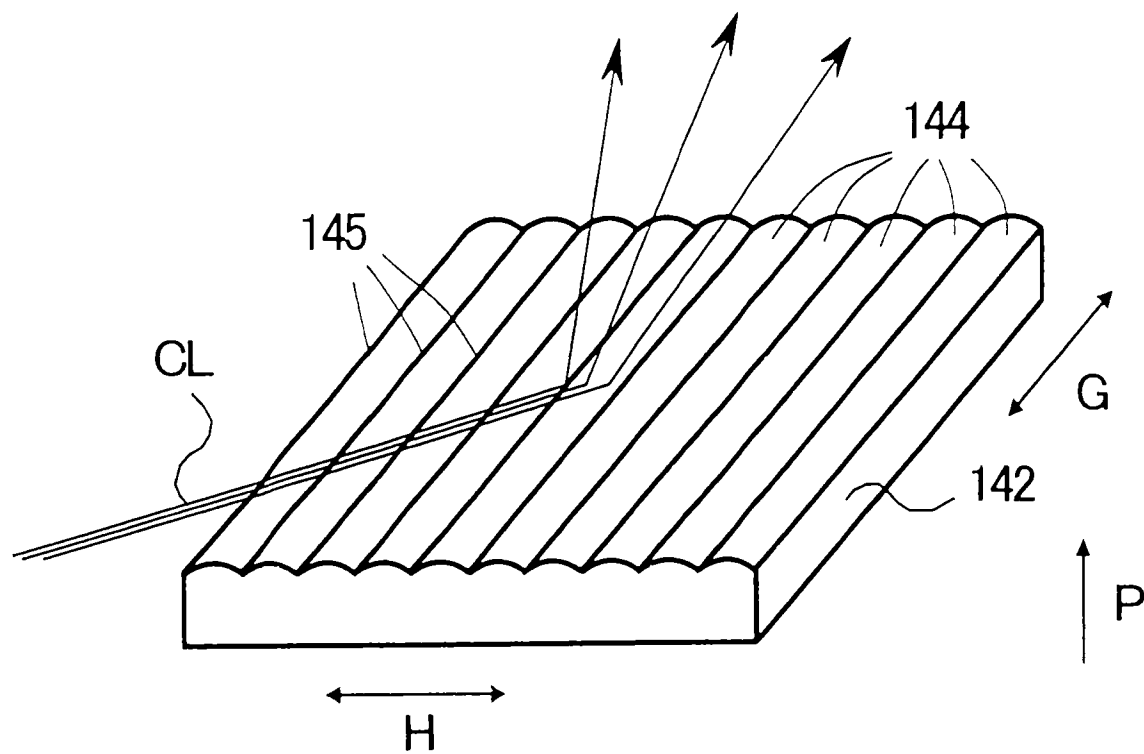


圖 4A

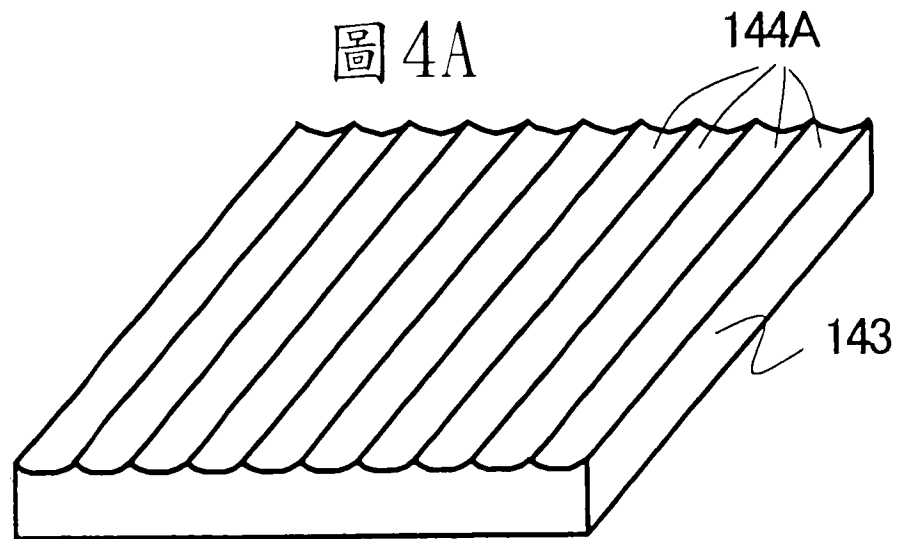


圖 4B

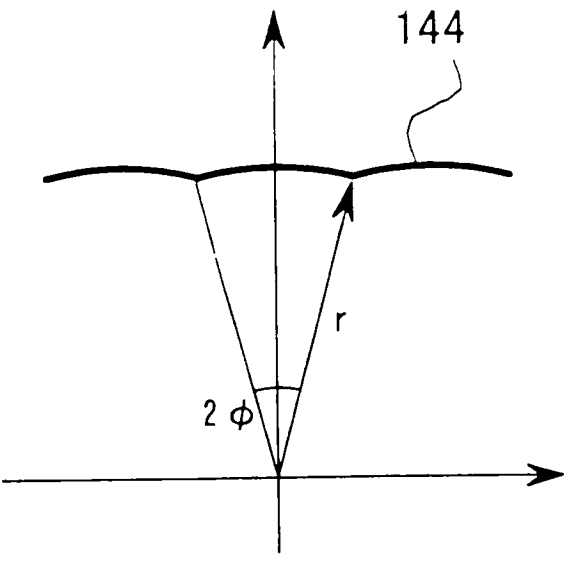


圖 5

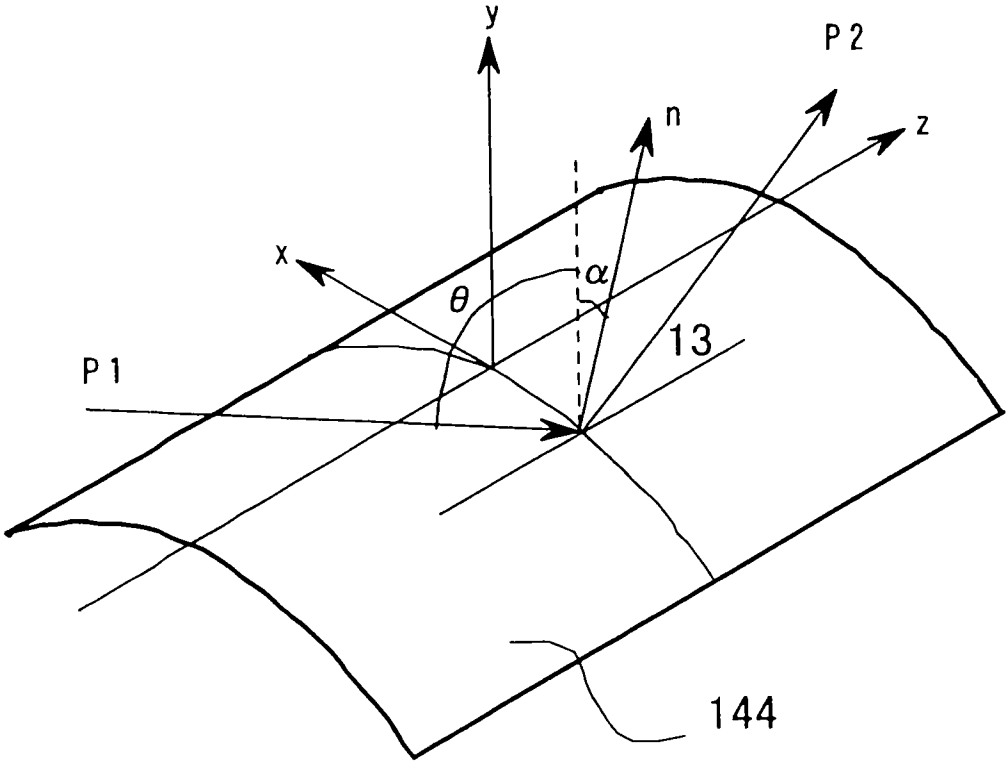


圖 6

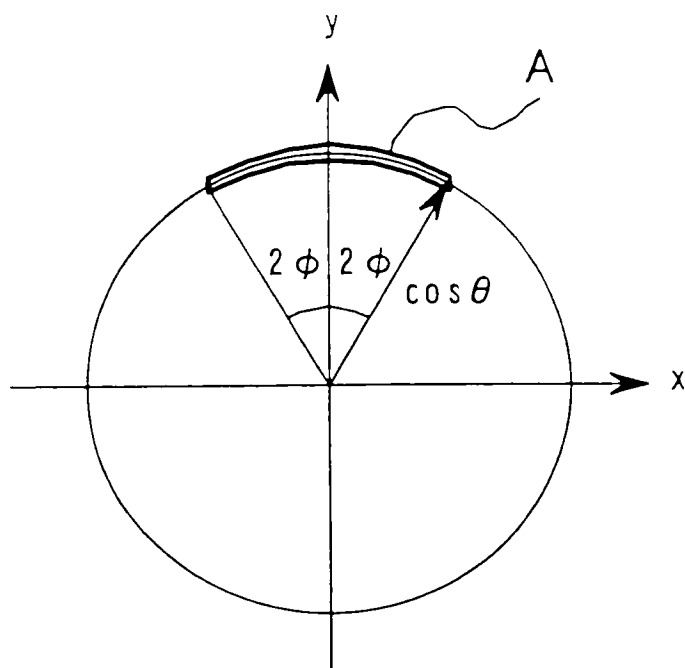


圖 7

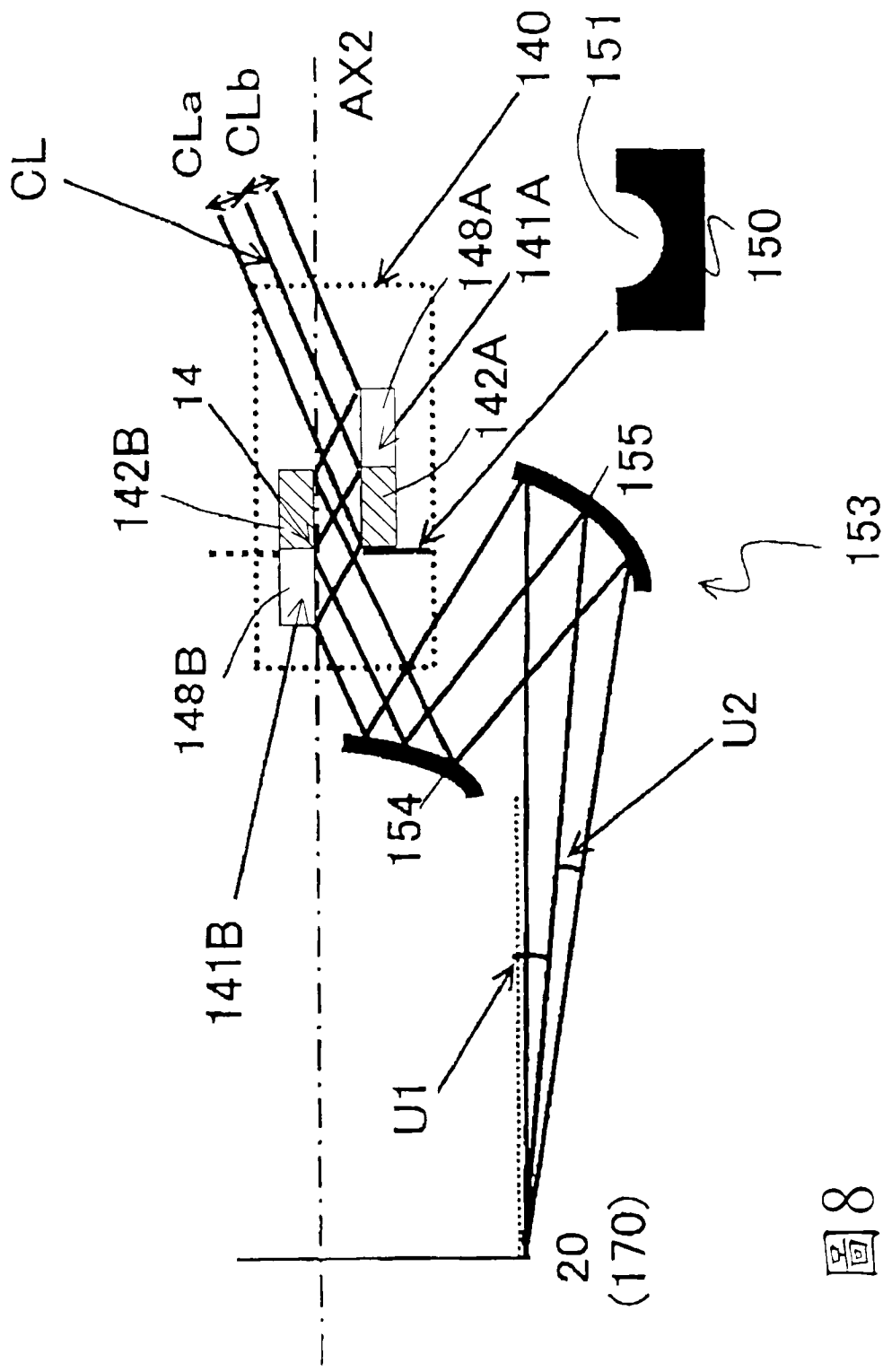
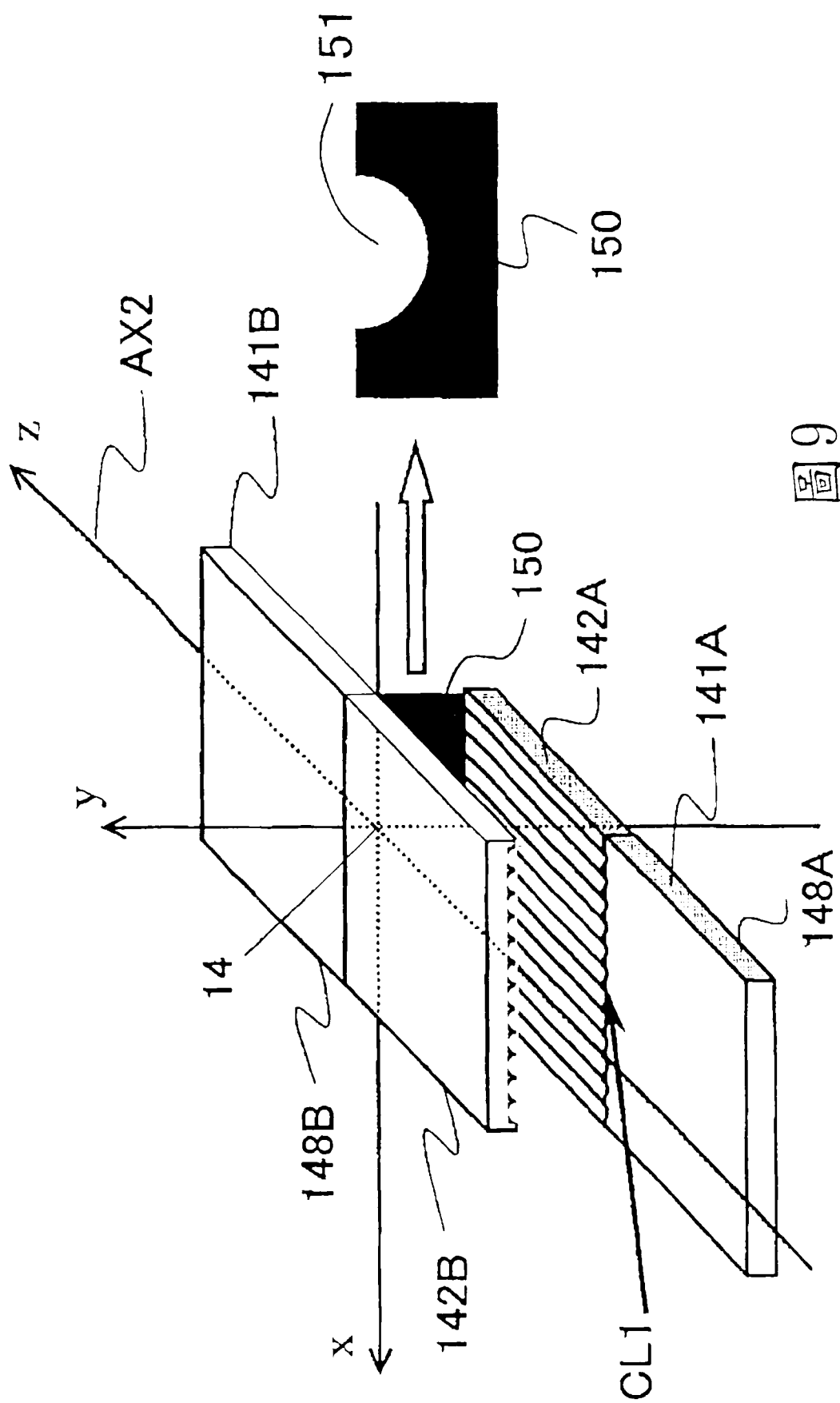


圖8



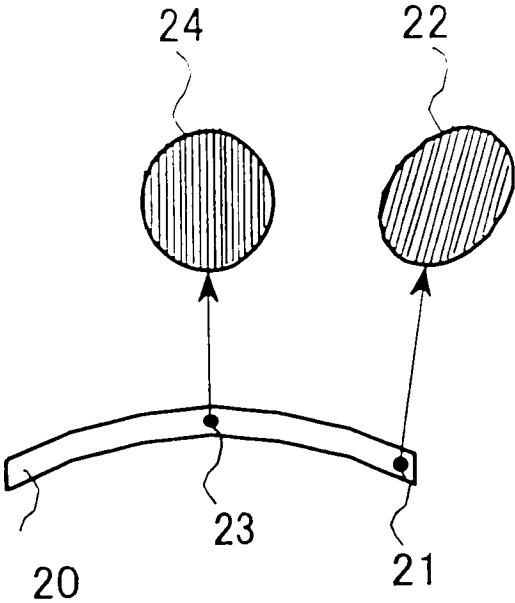


圖 10A

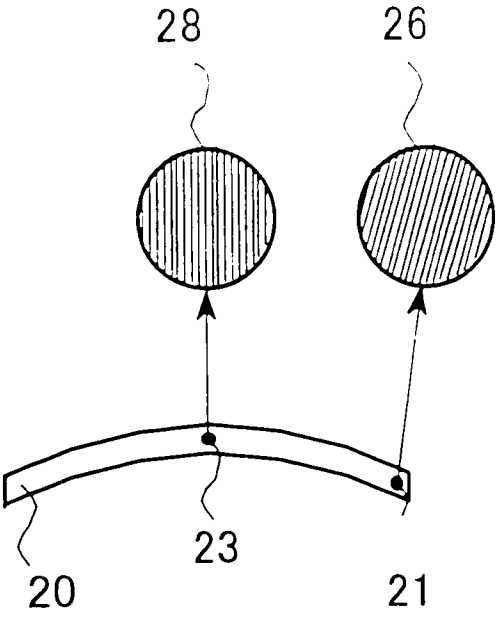


圖 10B



圖 11A

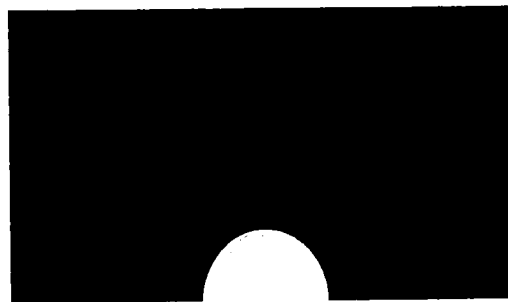


圖 11B

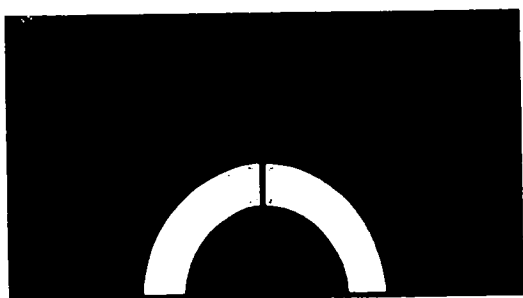


圖 11C

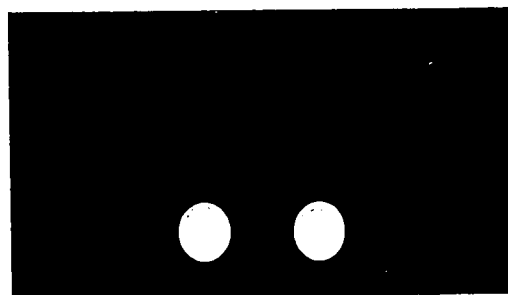


圖 11D

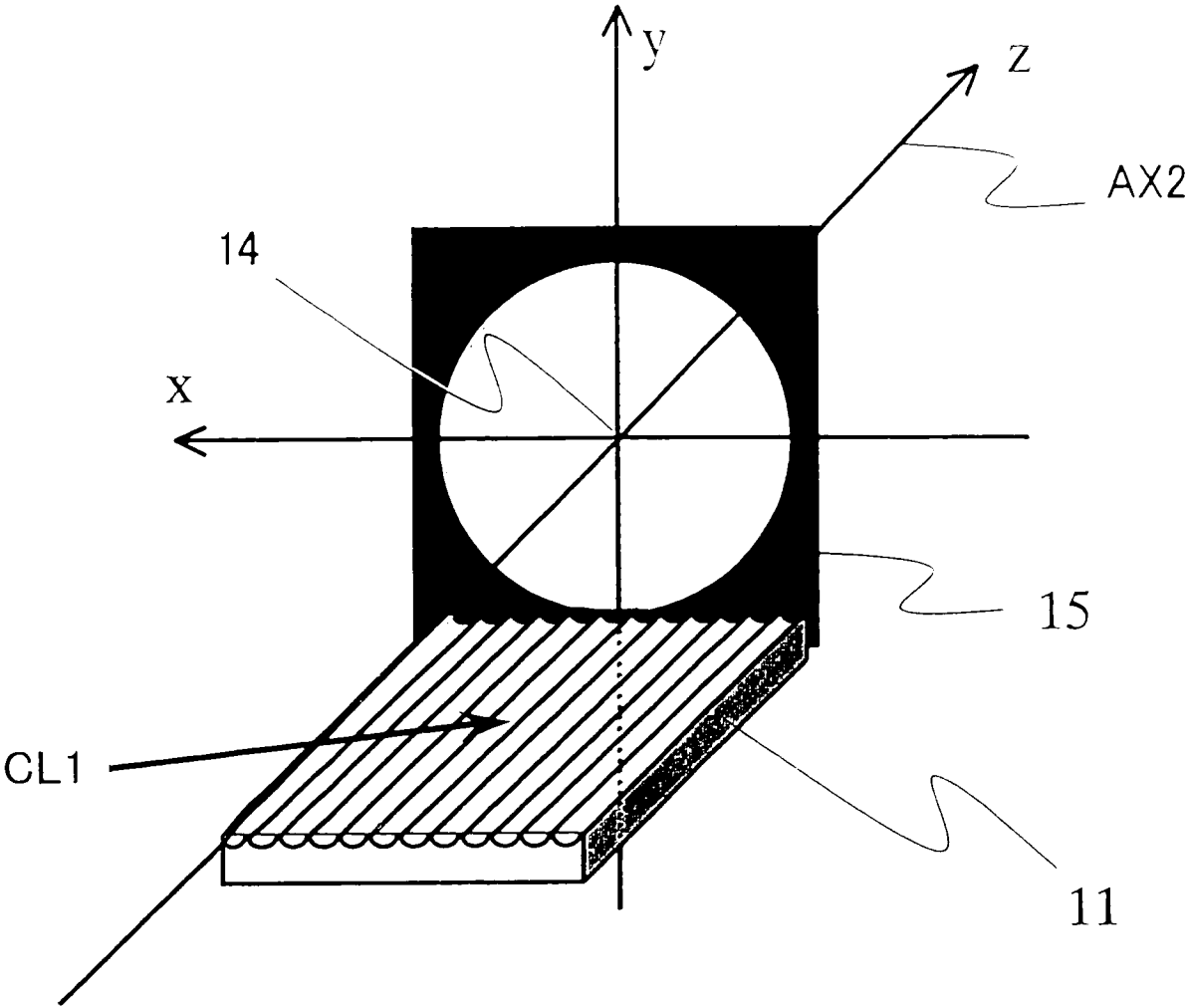


圖12

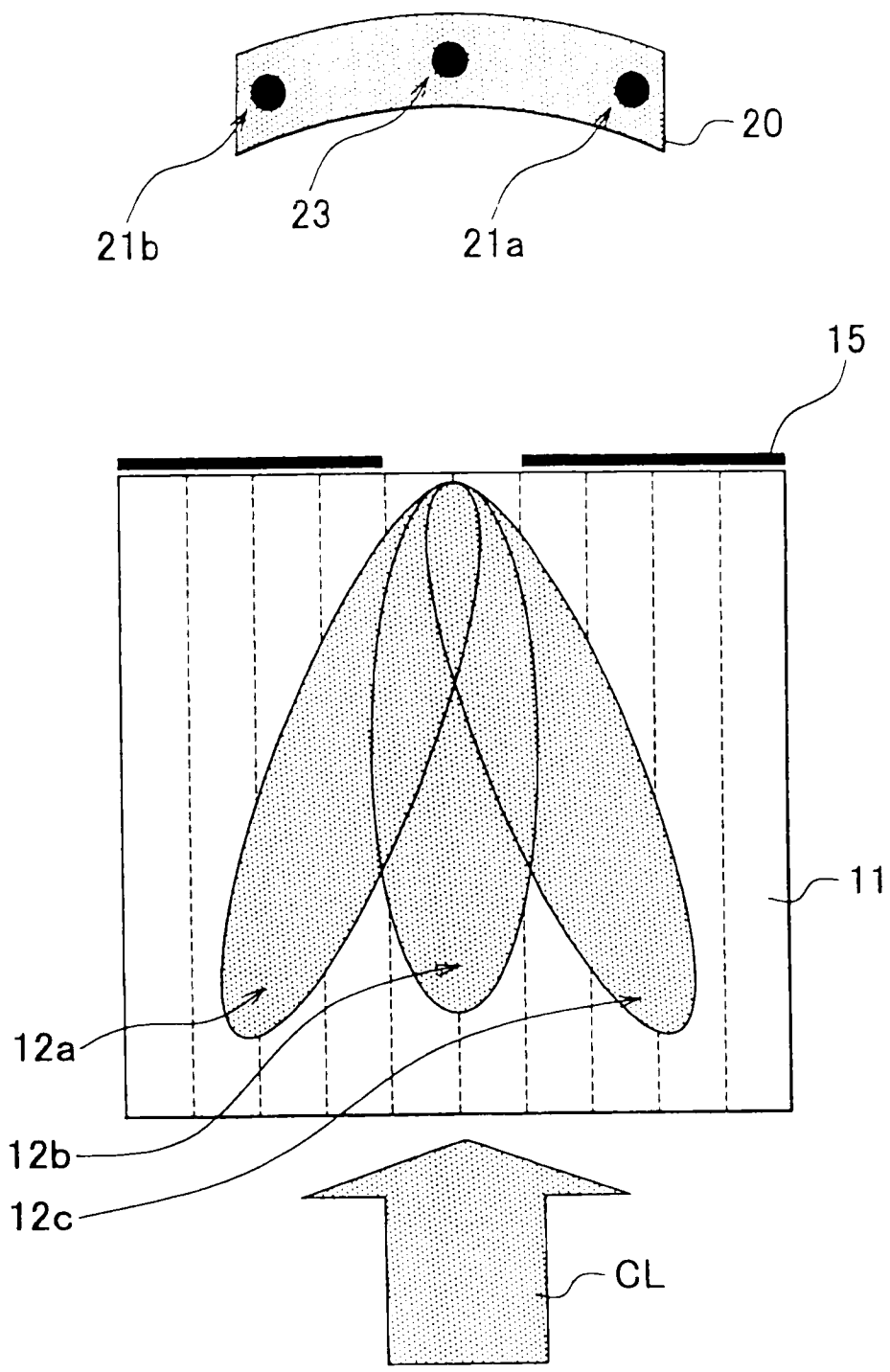


圖13

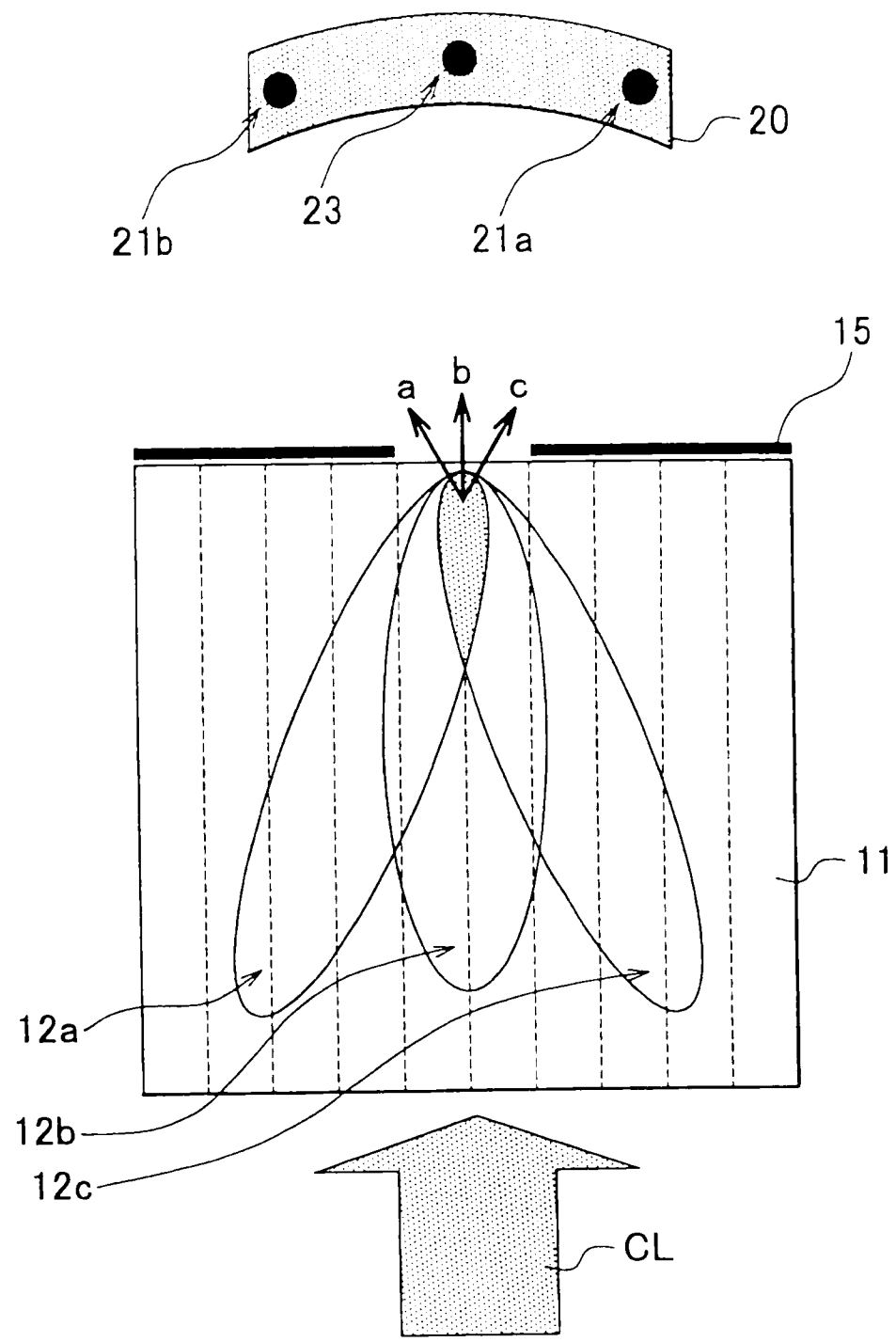


圖 14A

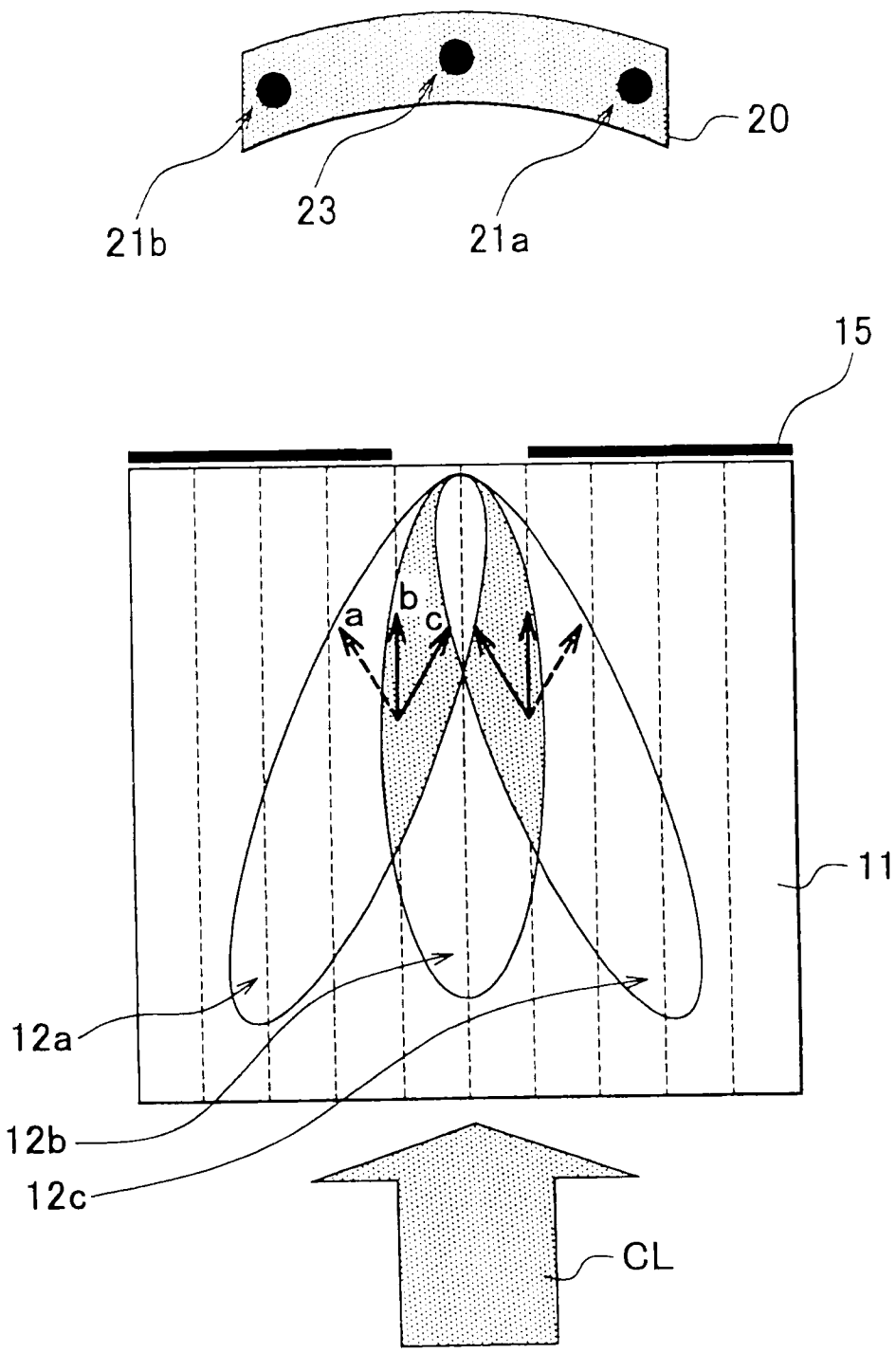


圖 14B

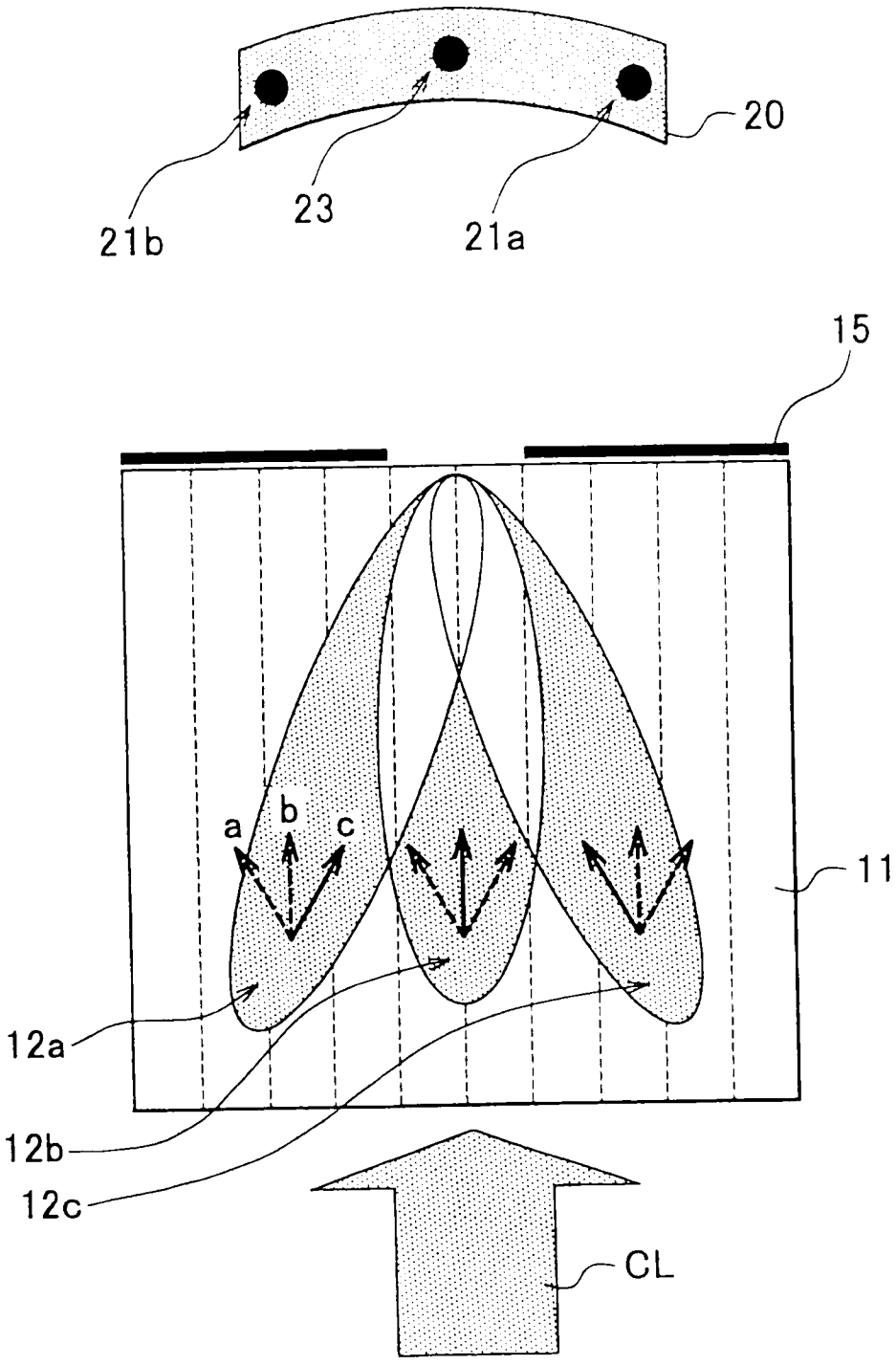


圖 14C

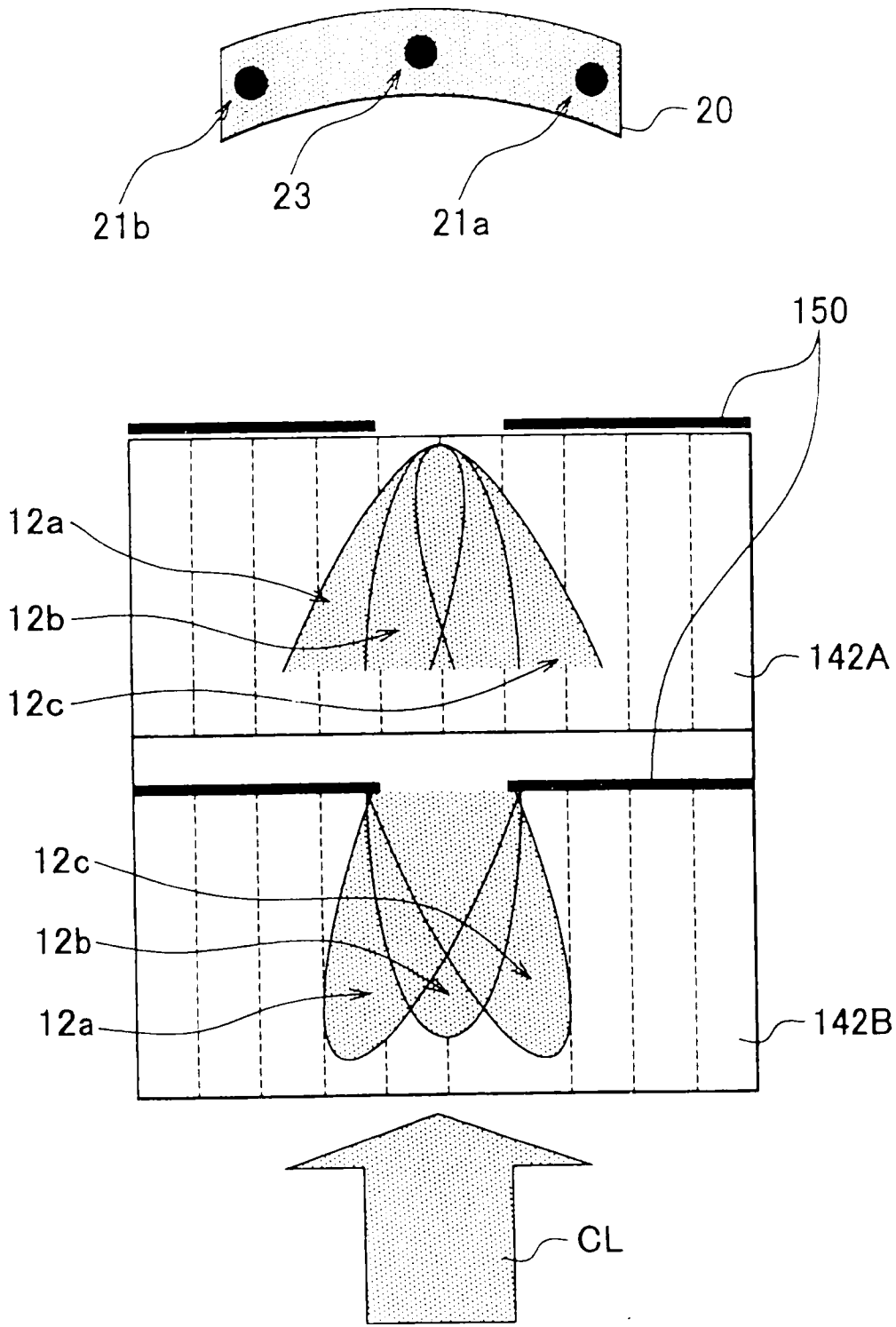


圖15

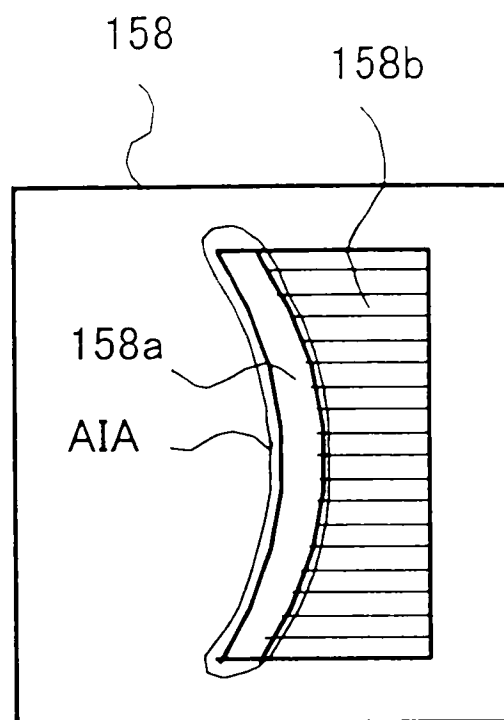


圖 16

100A

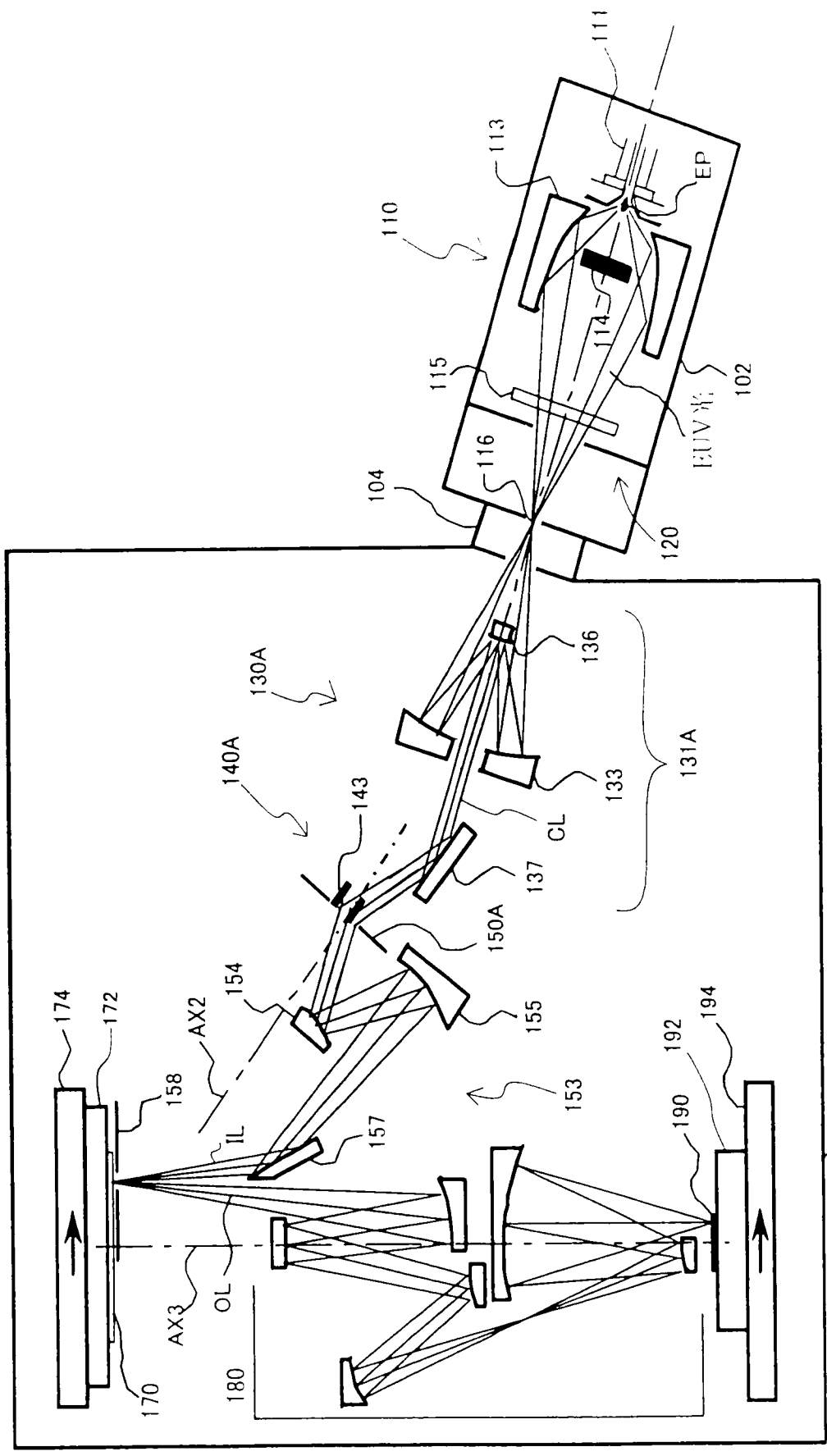


圖17

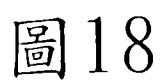


圖 18

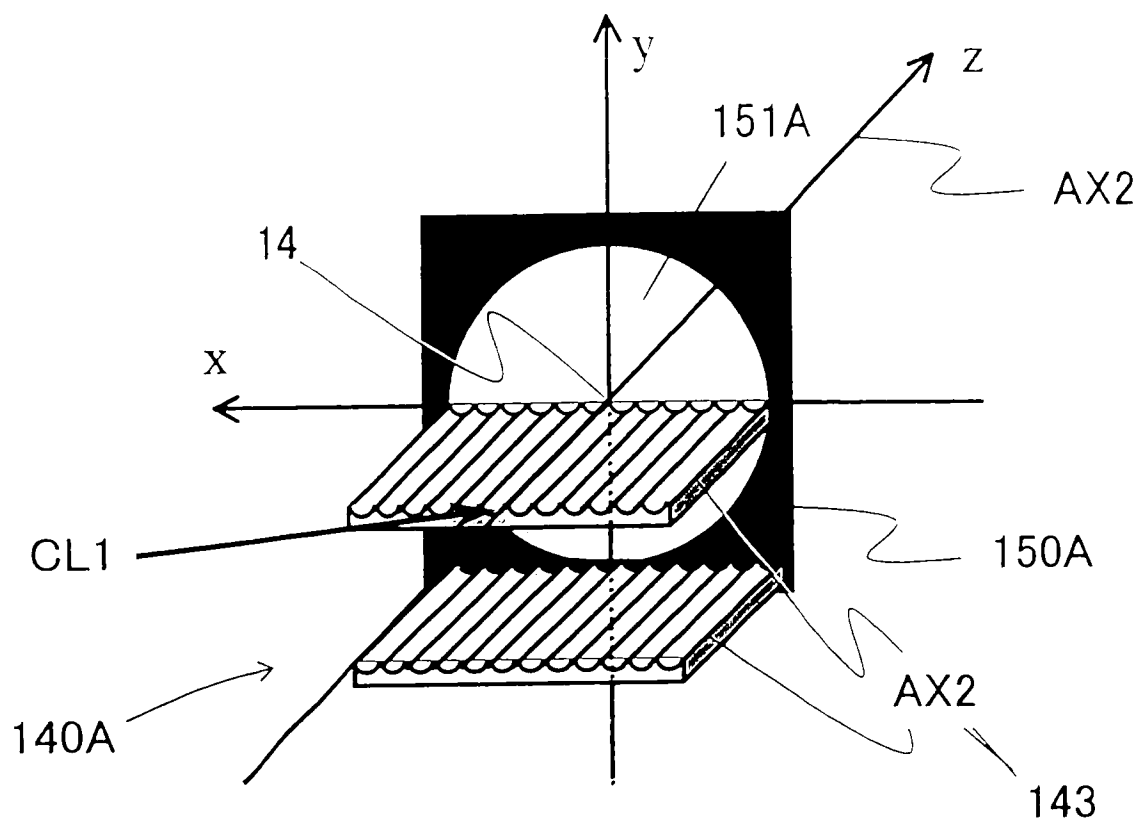


圖 19A

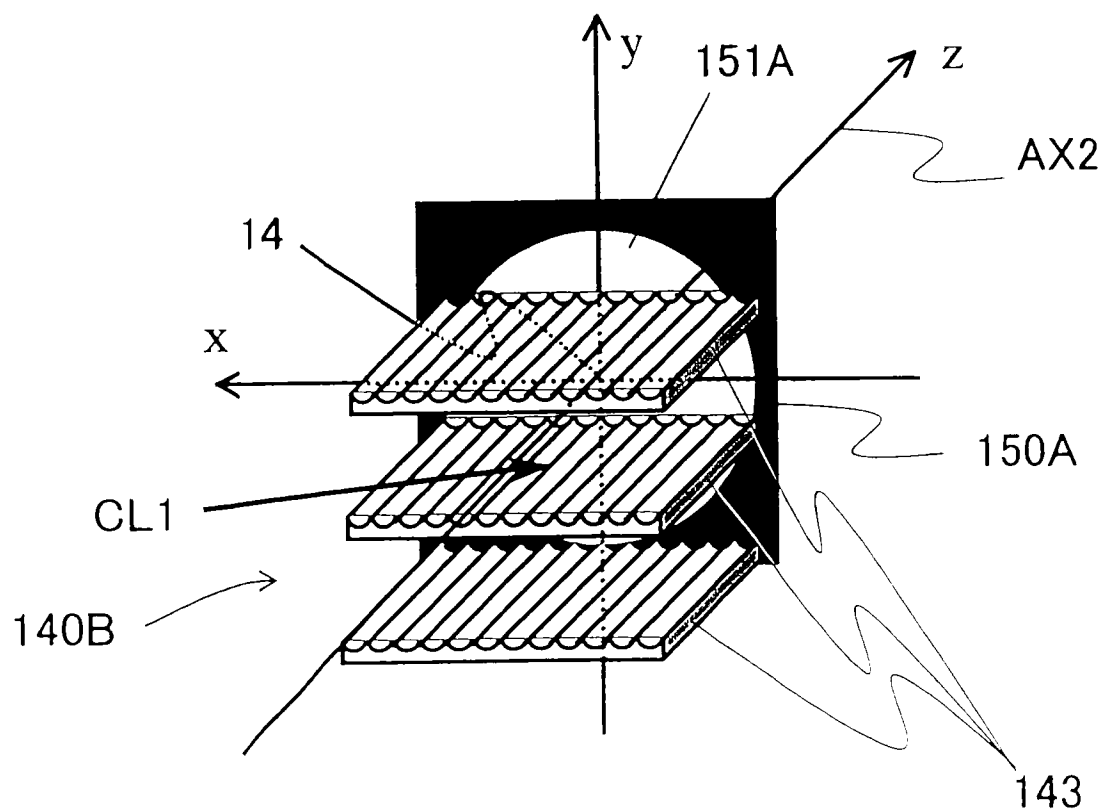


圖 19B

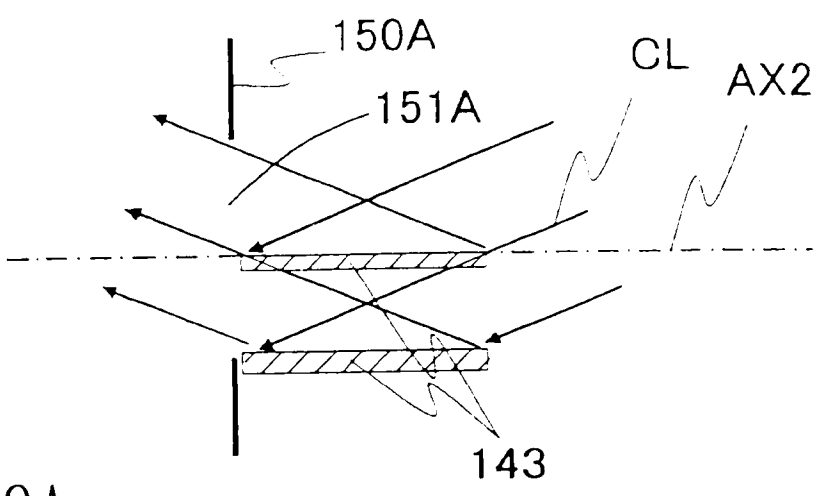


圖 20A

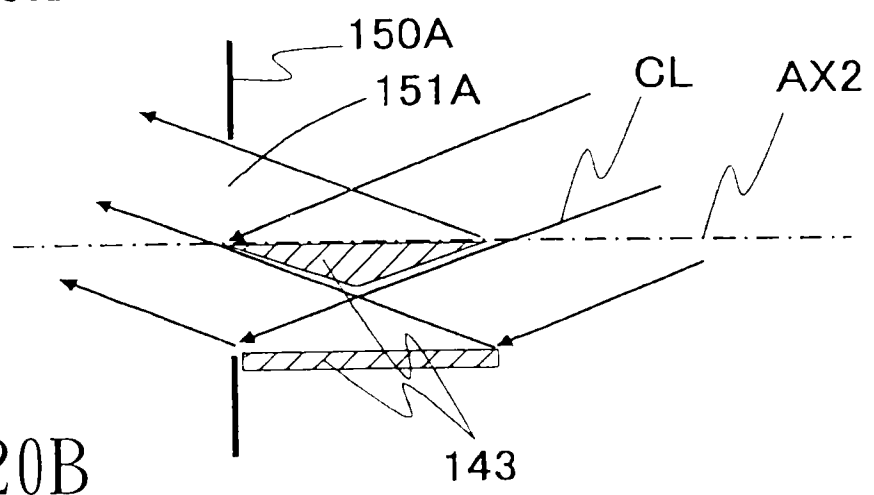


圖 20B

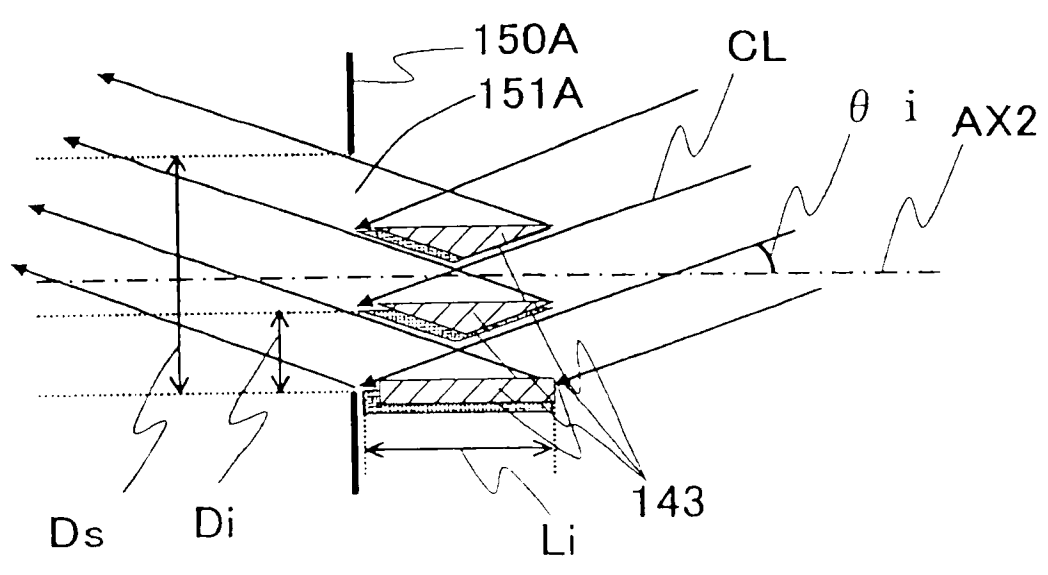


圖 20C

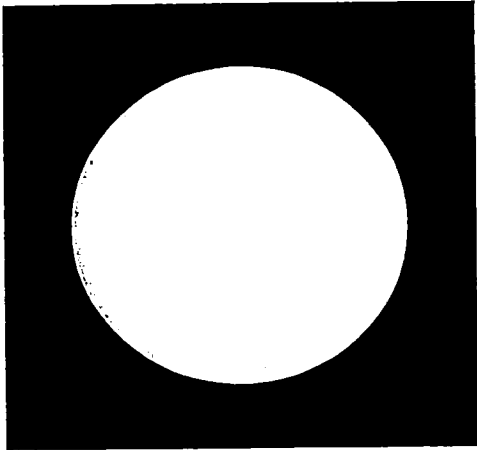


圖 21A

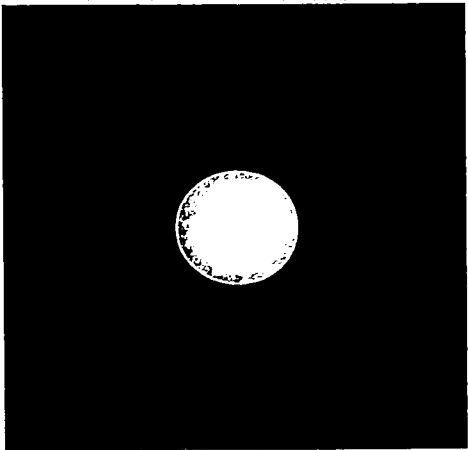


圖 21B

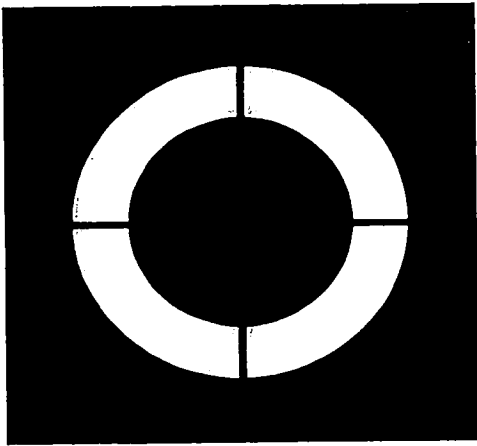


圖 21C

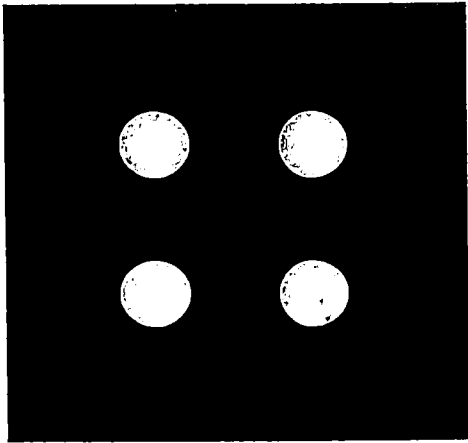


圖 21D

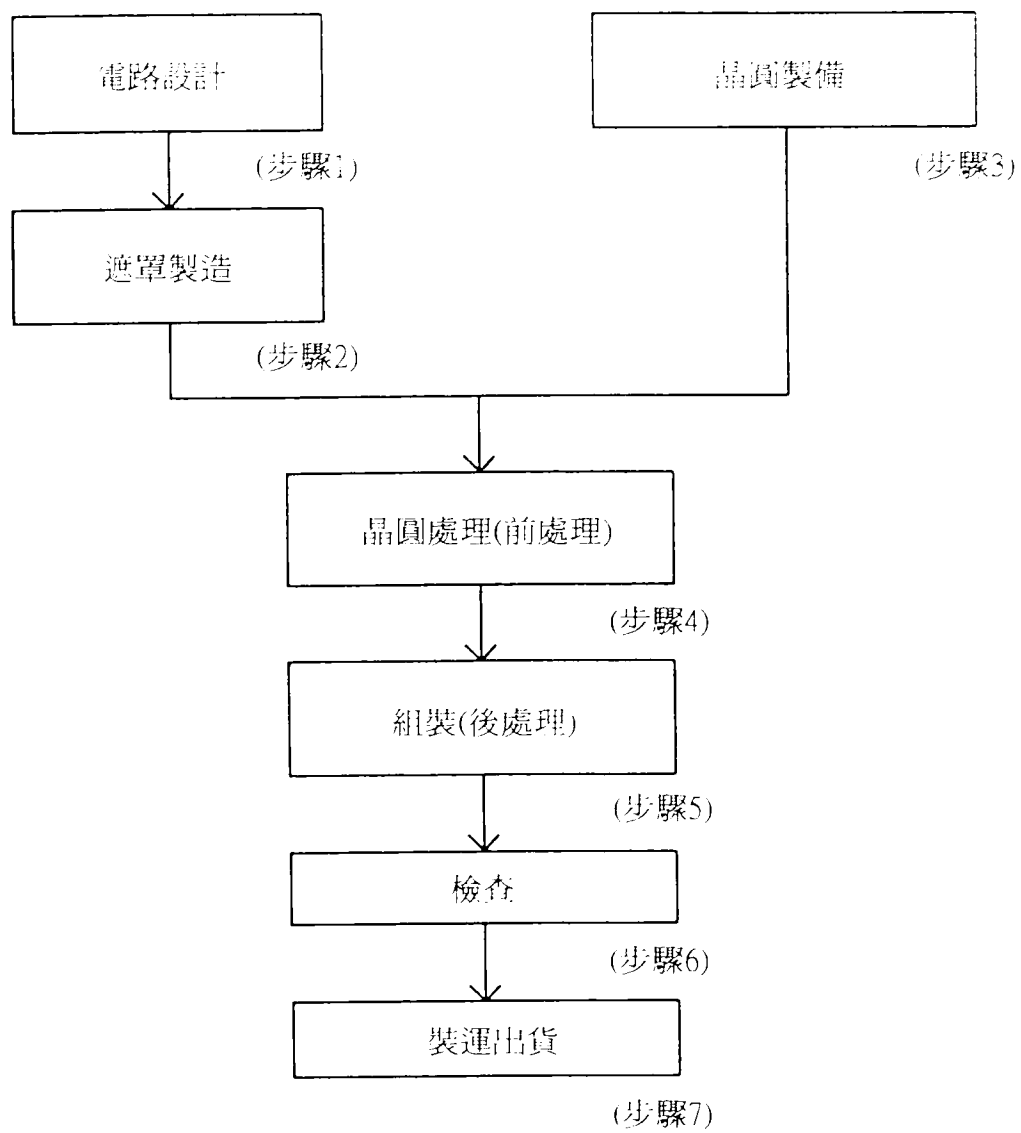


圖 22

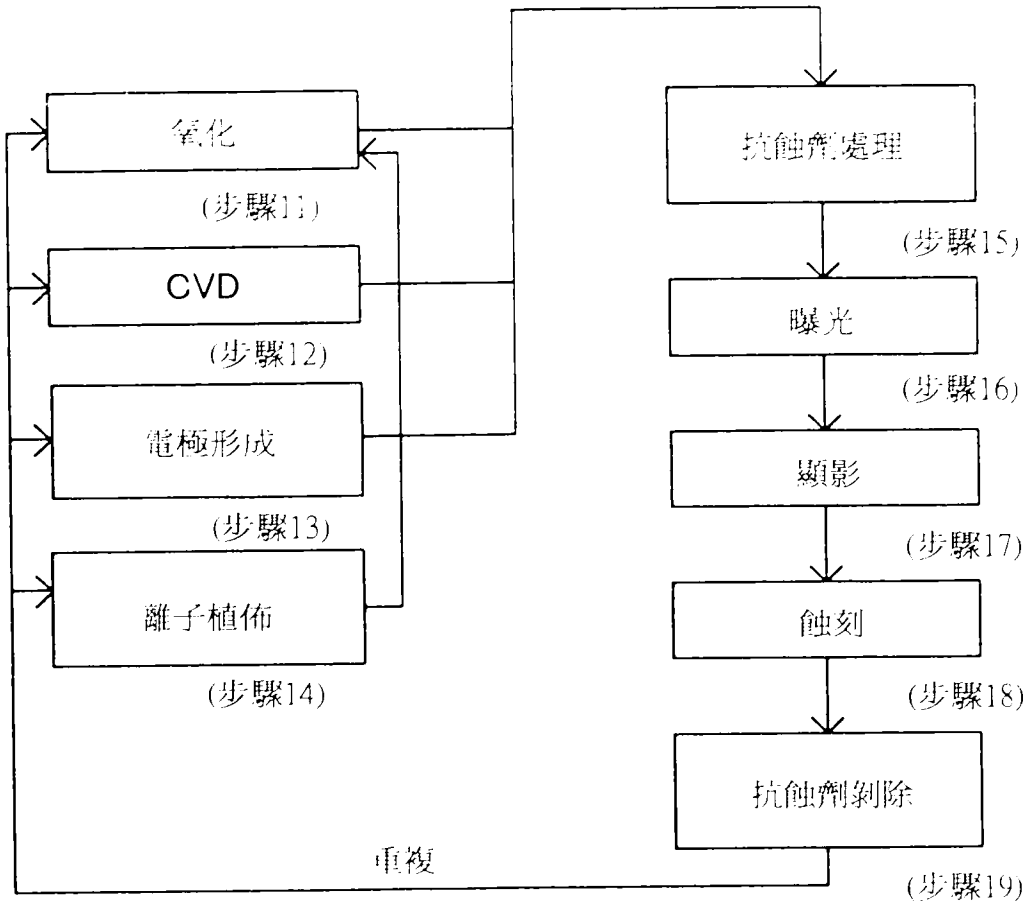


圖 23

七、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第(9)圖。

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

14：光照射區的中央位置
142A：第一波狀積分器部件
142B：第二波狀積分器部件
148A：第一平面鏡
148B：第二平面鏡
141A：第一特殊積分器
141B：第二特殊積分器
150：孔徑光闌
151：孔徑
AX2：旋轉對稱軸
CL1：準直光

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

本發明係指經由限制有效光源的變形來提供良好的照射之曝光設備。

依據本發明之第一態樣的照射光學系統，其使用來自光源之光照射照射面，該照射光學系統包括第一光學單元，被組構成聚集來自該光源之光；反射積分器，被組構成使用來自該第一光學單元之光以形成複數個二次光源，該反射積分器包括具有複數個圓柱形反射面之複數個積分器部件，而該複數個圓柱形反射面具有相同的母面方向；孔徑光闌，係配置成垂直於該母面方向；以及第二光學單元，被組構成將來自每一個二次光源的光疊置在該照射面上，其中，該複數個積分器部件被配置在垂直於該母面方向，並垂直於該等圓柱形反射面之配置方向的方向上，且被設置於該孔徑光闌的入射面側，而使得從該第一光學單元來看，在該複數個積分器部件中的其中一個積分器部件處所反射的光和在該複數個積分器部件中的另一個積分器部件處所反射的光通過該孔徑光闌的開口。

依據本發明之另一態樣的裝置製造方法包括使用上述的曝光設備以使基板曝光的步驟；以及使已經曝光的該基板顯影。

以下將參照附圖而藉由描述較佳實施例以便明瞭本發明之進一步的目的及其它特徵。

【實施方式】

現在將依據附圖而詳細描述本發明的實施例。

第一實施例

現將參照圖 3，描述依據第一實施例的曝光設備 100。圖 3 為曝光設備 100 的示意結構視圖。曝光設備 100 包括以連接器 104 而互相連接的真空室 102 與 106、光源部 110、照射光學系統 130、遮罩臺 174、投影光學系統 180、及板臺 194。

真空室 102 與 106 及連接器 104 容納曝光設備 100 的組件，並保持真空以防止 EUV 光的衰減。真空室 102 容納光源部 110。真空室 106 容納從照射光學系統 130 至板 190。

曝光設備 100 為 EUV 曝光設備，其使用 EUV 光（例如波長 13.5 奈米）做為曝光之光，以步進-及-掃描方式將遮罩 170 的電路圖案曝光到做為基板的板 190 上。本實施例的曝光設備 100 為步進-及-掃描式投影曝光設備（也被稱為所謂的掃描器），但也可使用步進-及-重複方式或其它的曝光方法。

照射設備使用 EUV 光來照射具有即將被轉移之電路圖案的遮罩 170，且包括光源部 110 及照射光學系統 130。

在此實施例中，光源部 110 使用放電感應式電漿光源，但光源的類型並不限於此，且可使用雷射感應式光源等等。光源部 110 包括放電頭 111、聚光鏡 113、過濾器 114、波長濾鏡 115、孔徑 116、及差動泵機構 120。

聚光鏡 113 包括一旋轉的橢圓形鏡等，被組構來收集輻射自電漿發射部件 EP 之近乎各向等性的 EUV 光，並將其聚集到照射光學系統 130 上。過濾器 114 濾除產生 EUV 光時所發生的碎屑（飛灰）。波長濾鏡 115 消除 EUV 光

五、中文發明摘要

發明之名稱：曝光設備

一照射光學系統，其使用來自光源之光照射照射面，該照射光學系統包括第一光學單元，被組構成聚集來自該光源之光；反射積分器，被組構成使用來自該第一光學單元之光以形成複數個二次光源，該反射積分器包括具有複數個圓柱形反射面之複數個積分器部件，而該複數個圓柱形反射面具有相同的母面方向；孔徑光闌，係配置成垂直於該母面方向；以及第二光學單元，被組構成將來自每一個二次光源的光疊置在該照射面上，其中，該複數個積分器部件被配置在垂直於該母面方向，並垂直於該等圓柱形反射面之配置方向的方向上，且被設置於該孔徑光闌的入射面側，而使得從該第一光學單元來看，在該複數個積分器部件中的其中一個積分器部件處所反射的光和在該複數個積分器部件中的另一個積分器部件處所反射的光通過該孔徑光闌的開口。

六、英文發明摘要

發明之名稱：EXPOSURE APPARATUS

An exposure apparatus includes a first optical unit configured to condense light from a light source, a catoptric integrator configured to form plural secondary light sources using light from the first optical unit, the catoptric integrator including plural cylindrical reflection surfaces having the same generatrix direction, an aperture stop arranged perpendicular to the generatrix direction, and a second optical unit configured to superpose light from each secondary light source onto an illumination surface, wherein the catoptric integrator includes plural integrator parts each having plural cylindrical reflection surfaces, and the plural integrator parts are arranged in a direction perpendicular to the generatrix direction and to an arrangement direction of the cylindrical reflection surfaces and located at an incident side of the aperture stop.

101年7月23日修正本

第096137136號專利申請案中文申請專利範圍修正本

民國 101 年 7 月 23 日修正

十、申請專利範圍

1. 一種照射光學系統，其使用來自光源之光照射照射面，該照射光學系統包含：

第一光學單元，被組構成聚集來自該光源之光；

反射積分器，被組構成使用來自該第一光學單元之光以形成複數個二次光源，該反射積分器包括具有複數個圓柱形反射面之複數個積分器部件，而該複數個圓柱形反射面具有相同的母面方向；

孔徑光闌，係配置成垂直於該母面方向；以及

第二光學單元，被組構成將來自每一個二次光源的光疊置在該照射面上，

其中，該複數個積分器部件被配置在垂直於該母面方向，並垂直於該等圓柱形反射面之配置方向的方向上，且被設置於該孔徑光闌的入射面側，而使得從該第一光學單元來看，在該複數個積分器部件中的其中一個積分器部件處所反射的光和在該複數個積分器部件中的另一個積分器部件處所反射的光通過該孔徑光闌的開口。

2. 如申請專利範圍第 1 項的照射光學系統，其中，該反射積分器包括各自具有複數個圓柱形反射面之第一及第二積分器部件、毗鄰於該第一積分器部件之第一平面鏡、及毗鄰該第二積分器部件之第二平面鏡，該第一及第二積分器部件被配置在該孔徑光闌的該入射面側，而各自的

反射面互相面對，該第一平面鏡係位於該孔徑光闌的該入射面側，該第二平面鏡係位於該孔徑光闌的出射面側，在該第一積分器部件上所反射的光通過該孔徑光闌的孔徑並進入該第二平面鏡，且在該第一平面鏡上所反射的光進入該第二積分器部件。

3. 如申請專利範圍第 2 項的照射光學系統，其中，該孔徑光闌的該孔徑具有有效光源分佈之一半的形狀。

4. 如申請專利範圍第 1 項的照射光學系統，其中，該複數個積分器部件被配置在該孔徑光闌的該入射面側，而使得各自的反射面對相同的方向。

5. 如申請專利範圍第 4 項的照射光學系統，其中，該孔徑光闌的該孔徑具有與有效光源分佈相同的形狀。

6. 如申請專利範圍第 5 項的照射光學系統，其中，該積分器部件距離該孔徑光闌之中央最遠的圓柱形反射面係毗鄰於該孔徑光闌的外形輪廓。

7. 一種曝光設備，包含：

如申請專利範圍第 1 至 6 項中任一項的照射光學系統，該照射光學系統被組構成照射配置於照射面上的遮罩；以及

投影光學系統，該投影光學系統被組構成將該遮罩的圖案投影於基板上。

8. 一種裝置製造方法，其步驟包含：

使用如申請專利範圍第 7 項的曝光設備以使基板曝光；以及

使已經曝光的該基板顯影。